

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

PCT/PTO

17 DEC 2004

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003年12月24日 (24.12.2003)

PCT

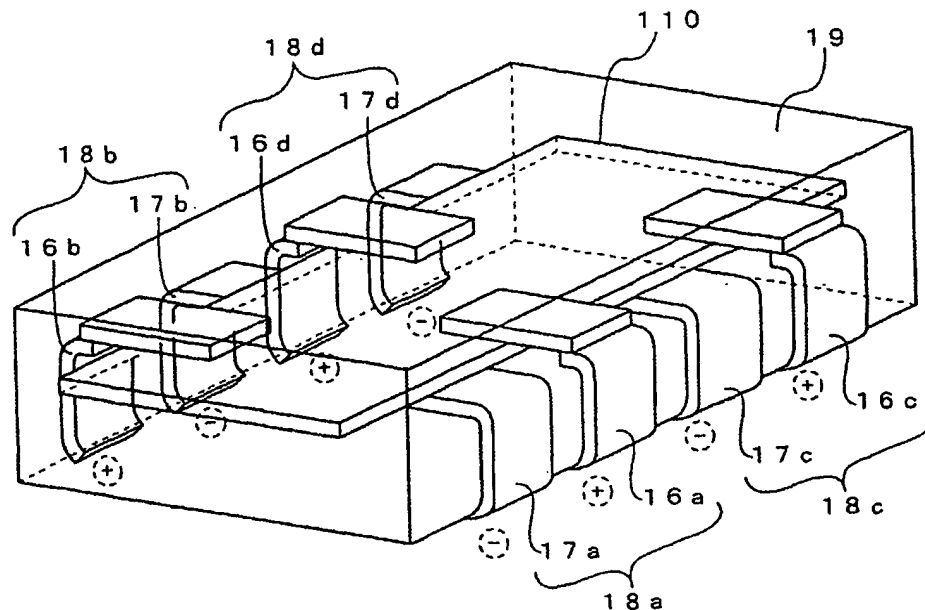
(10) 国際公開番号  
WO 03/107366 A1

- (51) 国際特許分類: H01G 9/012, 9/04, 9/08, 9/14
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/07735
- (22) 国際出願日: 2003年6月18日 (18.06.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-177544 2002年6月18日 (18.06.2002) JP  
特願2002-177545 2002年6月18日 (18.06.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ティーディーケー株式会社 (TDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒103-8272 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小林 正明 (KOBAYASHI, Masaaki) [JP/JP]; 〒103-8272 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内 Tokyo (JP). 富樫 正明 (TOGASHI, Masaaki) [JP/JP]; 〒103-8272 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大石 皓一, 外 (OISHI, Koichi et al.); 〒101-0063 東京都千代田区神田淡路町一丁目4番1号 友泉淡路町ビル8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: SOLID ELECTROLYTIC CAPACITOR AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 固体電解コンデンサおよびその製造方法



(57) Abstract: A solid electrolytic capacitor capable of reducing ESR and ESL and being rendered high in electrostatic capacity, and a production method therefore. A solid electrolytic capacitor element (110) comprising a surface-roughened aluminum substrate (2) formed with an aluminum oxide film thereon, and not-surface-roughened aluminum substrates (3a-3d), wherein a cathode electrode (14) consisting of a solid polyelectrolyte layer, a graphite paste layer and a silver paste layer is formed on the surface of the aluminum substrate (2a). The solid electrolytic capacitor element (110) has pairs of lead electrode (18a-18d) consisting of anode lead electrodes (16a-16d) and (17a-17d) so that one pair of electrodes on one side are located adjacent to each other, thereby canceling out a generated magnetic field.

WO 03/107366 A1

/続葉有1

BEST AVAILABLE COPY



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,  
ZA, ZM, ZW.

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 本発明の目的は、ESR、ESLを低減することができ、また高静電容量化が可能な固体電解コンデンサおよびその製造方法を提供することにある。固体電解コンデンサ素子110は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されたアルミニウム基体2と、表面が粗面化されていないアルミニウム基体3aないし3dを備えており、アルミニウム基体2aの表面には、固体高分子電解質層、グラファイトペースト層および銀ペースト層からなる陰極電極14が形成されている。固体電解コンデンサ素子110は、片側の陽極リード電極16a～16dおよび17a～17dからなる一対のリード電極対18a～18dがそれぞれ隣接するように配置されることによって、発生する磁界が打ち消される。

## 明細書

## 固体電解コンデンサおよびその製造方法

## 5 技術分野

- 本発明は、固体電解コンデンサおよびその製造方法に関するものであり、さらに詳細には、表面に絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体に、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された固体電解コンデンサであって、インピーダンスを低減することができ、
- 10 また静電容量が大きくすることが可能な固体電解コンデンサおよびその製造方法に関するものである。

## 従来の技術

- 電解コンデンサは、絶縁性酸化皮膜形成能力を有するアルミニウム、
- 15 チタン、真鍮、ニッケル、タンタルなどの金属、いわゆる弁金属を陽極に用い、この弁金属の表面を陽極酸化して、絶縁性酸化皮膜を形成した後、実質的に陰極として機能する電解質層を形成し、さらに、グラファイトや銀などの導電層を陰極として設けることによって、形成されている。
- 20 たとえば、アルミニウム電解コンデンサは、エッチング処理によって、比表面積を増大させた多孔質アルミニウム箔を陽極とし、この陽極表面に形成した酸化アルミニウム層と陰極箔との間に、電解液を含浸させた隔離紙を設けて、構成されている。

- 一般に、絶縁性酸化皮膜と陰極との間の電解質層に、電解液を利用
- 25 する電解コンデンサは、シーリング部分からの液漏れや、電解液の蒸発によって、その寿命が決定されるという問題を有しているのに対し、金属酸化物や有機化合物からなる固体電解質を用いた固体電解コンデンサは、かかる問題を有しておらず、好ましいものである。

固体電解コンデンサに用いられる金属酸化物からなる代表的な固体

電解質としては、二酸化マンガンを挙げられ、一方、固体電解コンデンサに用いられる有機化合物からなる固体電解質としては、たとえば、特開昭52-79255号公報や特開昭58-191414号公報に開示された7, 7, 8, 8-テトラシアノキシジメタン (TCNQ) 5 錯塩が挙げられる。

近年、電子機器の電源回路の高周波化にともない、使用されるコンデンサに対しても、それに対応した性能が求められるようになってい  
るが、二酸化マンガあるいはTCNQ錯塩からなる固体電解質層を  
用いた固体電解コンデンサは、以下のような問題を有していた。

10 二酸化マンガからなる固体電解質層は、一般に、硝酸マンガンの  
熱分解を繰り返すことにより皮膜形成されるが、熱分解の際に加えら  
れる熱によって、あるいは、熱分解の際に発生するNO<sub>x</sub>ガスの酸化  
作用によって、誘電体である絶縁性酸化皮膜が損傷し、あるいは、劣  
化するため、固体電解質層を二酸化マンガによって形成する場合に  
15 は、漏れ電流値が大きくなるなど、最終的に得られる固体電解コンデ  
ンサの諸特性が低くなりやすいという問題があった。また、二酸化マ  
ンガを固体電解質として用いるときは、高周波領域において、固体  
電解コンデンサのインピーダンスが高くなってしまうと皮膜問題もあ  
った。

20 一方、TCNQ錯塩は、電導度が、1 S/cm程度以下であるため、  
現在の電解コンデンサに対する低インピーダンス化の要求に対して、  
十分に応えることができないという問題を有していた。さらに、TC  
NQ錯塩は、絶縁性酸化皮膜との密着性が低く、また、ハンダ固定時  
の熱的安定性や経時的な熱的安定性が低いなどの理由から、TCNQ  
25 錯塩を固体電解質として用いた固体電解コンデンサは、十分な信頼性  
が得られないということが指摘されている。加えて、TCNQ錯塩は  
高価であり、TCNQ錯塩を固体電解質として用いた固体電解コンデ  
ンサはコストが高いという問題も有していた。

二酸化マンガあるいはTCNQ錯塩を、固体電解質として用いる

場合のこれらの問題点を解消し、より優れた特性を有する固体電解コンデンサを得るため、製造コストが比較的安く、また、絶縁性酸化皮膜との付着性が比較的良好で、熱的な安定性にも優れた高導電性の高分子化合物を固体電解質として利用することが提案されている。

- 5     たとえば、特許第 2 7 2 5 5 5 3 号には、陽極表面の絶縁性酸化皮膜上に、化学酸化重合によって、ポリアニリンを形成した固体電解コンデンサが開示されている。

- また、特公平 8 - 3 1 4 0 0 号公報は、化学酸化重合法のみによつては、陽極表面の絶縁性酸化皮膜上に、強度の高い導電性高分子膜を形成することは困難であり、また、陽極表面の絶縁性酸化皮膜が電気  
10     導体であるため、電解重合法により、陽極表面の絶縁性酸化皮膜上に、直接、電解重合膜を形成することは不可能か、きわめて困難であるという理由から、絶縁性酸化皮膜上に、金属あるいは二酸化マンガンの薄膜を形成し、金属あるいは二酸化マンガンの薄膜上に、ポリピロー  
15     ル、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフランなどの導電性高分子膜を電解重合法によって形成した固体電解コンデンサを提案している。

- さらに、特公平 4 - 7 4 8 5 3 号公報には、絶縁性酸化皮膜上に、化学酸化重合によって、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフランなどの導電性高分子膜を形成した固体電解コンデンサ  
20     が開示されている。

- また、上述した低インピーダンス化を図るためには、使用されるコンデンサの等価直列インダクタンス (E S L) や等価直列抵抗 (E S R) を低くする必要があり、特に高周波の場合には E S L を十分に低くすることが必要とされている。一般に、低 E S L 化を図る方法とし  
25     ては、第 1 に、電流経路の長さを極力短くする方法、第 2 に、電流経路によって形成される磁場を別の電流経路によって形成される磁場により相殺する方法、第 3 に、電流経路を  $n$  個に分割して実効的な E S L を  $1/n$  にする方法が知られている。例えば、特開 2 0 0 0 - 3 1 1 8 3 2 号公報に開示された発明は、第 1 および第 3 の方法を採用す

るものであり、また特開平 0 6 - 2 6 7 8 0 2 号公報に開示された発明は、第 2 および第 3 の方法を採用するものであり、また特開平 0 6 - 2 6 7 8 0 1 号公報、および特開平 1 1 - 2 8 8 8 4 6 号公報に開示された発明は、第 3 の方法を採用するものである。

- 5 電子機器の電源回路の高周波化にともない、使用される等価直列インダクタンス (E S L や) コンデンサの等価直列抵抗 (E S R) が低いことが併せて必要とされている。かかる問題は、E S L 等の初期特性値において大幅に改善されても、高温付加試験等の信頼性試験において特性値が変化しやすい場合には実用化できない。したがって、E S L や E S R の初期特性値が非常に小さく、しかもほとんど特性変化のない固体電解コンデンサが要求されている。
- 10

#### 発明の開示

- したがって、本発明の目的は、表面に絶縁性酸化皮膜が形成された  
15 弁金属箔基体に、少なくとも、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された固体電解コンデンサであって、E S R、E S L を低減することができ、小型でありながら静電容量が大きくすることが可能な固体電解コンデンサおよびその製造方法を提供することにある。

- 本発明のかかる目的は、表面に絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属  
20 箔基体と、前記弁金属箔基体の少なくとも一端部側に設けられた、陽極リード電極および陰極リード電極からなる少なくとも 1 組のリード電極対と、前記弁金属箔基体に、少なくとも、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成されてなる陰極電極を有する固体電解コンデンサ素子を少なくとも 1 つ備え、前記陽極リード電極が、前記弁  
25 金属箔基体の前記少なくとも一端部に、その一端部が、弁金属間が電氣的に接続されるように、接合された、弁金属体と、前記弁金属体それぞれの他端部に、その一端部が、金属間が電氣的に接続されるように、接合された、第 1 の導電性金属基体を有し、前記陰極リード電極が、前記弁金属箔基体に形成された前記導電体層の一方の面に接続さ

れた第2の導電性金属基体の一部が、前記陽極リード電極と平行に引き出されたものであることを特徴とする固体電解コンデンサによって達成される。

- 5 本発明によれば、特に、互いに平行な陽極リード電極と陰極リード電極からなる一対のリード電極対が隣接していることによって、その電流経路によって発生する磁場を相殺することができ、これによりESLを低減させることが可能であり、さらに、多端子型の固体電解コンデンサが構成されることによって電流経路が分割されるため、ESLを大幅に低減させることが可能となる。

- 10 本発明の好ましい実施態様においては、前記弁金属箔基体の対向する2つの端部それぞれに、少なくとも1組の前記リード電極対が設けられている。

- 15 本発明の好ましい実施態様によれば、固体電解コンデンサの両端部から配線パターンを引き出すことが可能となり、固体電解コンデンサの電流経路を分割することできるので、大きなリップル電流に対応することが可能となる。

本発明の好ましい実施態様においては、前記弁金属箔基体の四方の端部それぞれに、少なくとも1組の前記リード電極対が設けられている。

- 20 本発明の好ましい実施態様によれば、固体電解コンデンサの四方から配線パターンを引き出すことが可能となり、固体電解コンデンサの電流経路をさらに分割することができるので、大きなリップル電流に対応することが可能となり、また接続される配線パターンの引き回しの自由度を広げることが可能となる。

- 25 本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記陽極リード電極および前記陰極リード電極が交互に配置されるように、複数組の前記リード電極対が設けられている。

本発明のさらに好ましい実施態様によれば、表面に絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体の一端部側に設けられた複数組のリード電

- 極対の陽極リード電極と陰極リード電極が交互に配置されているので、その電流経路によって発生する磁場を相殺することができ、これにより E S L を十分に低減させることが可能であり、さらに、多端子型の固体電解コンデンサが構成されることによって電流経路が分割されるため、E S L を大幅に低減させることが可能となる。

本発明のさらに好ましい実施態様においては、複数組の前記リード電極対が、前記固体電解コンデンサ素子の重心点を中心として点対称の位置関係となるように配置されている。

- 本発明のさらに好ましい実施態様によれば、固体電解コンデンサを回路基板に実装する場合に、リード電極の極性配置を意識することなく実装することが可能となる。

本発明の好ましい実施態様においては、2つ以上の前記固体電解コンデンサ素子が、前記陽極リード電極および前記陰極リード電極が同じ向きに揃えられて積層されている。

- 本発明の好ましい実施態様によれば、同一構造の電極体を積層しているので、類似の端子構造を有するセラミックコンデンサに比較して、複数構造の電極パターンを有する必要がなく、コンデンサの作製工程を簡略化することができる。また、類似の端子構造を有するセラミックコンデンサに比較して、より静電容量の大きな固体電解コンデンサを提供することが可能となる。

- 本発明の前記目的はまた、表面に絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体の少なくとも一端部に、他の弁金属体の一端部を、弁金属間が電氣的に接続されるように、接合して、固体電解コンデンサ素子用電極体を作製する工程と、前記電極体のうち、前記弁金属体の一部が陽極酸化されないようにマスキングする工程と、前記電極体のうち、前記弁金属箔基体全体と、前記マスキング処理された部分全体と、前記マスキング処理が施されていない前記弁金属体の一部が化成溶液に浸されるように、前記化成溶液に浸し、前記電極体に電圧を印加して、陽極酸化処理を施し、前記弁金属箔基体の少なくともエッジ部分に、



絶縁性酸化皮膜を形成する工程と、前記弁金属箔基体の略全表面上に、  
固体高分子電解質層を形成する工程と、前記固体高分子電解質層上に、  
導電性ペーストを塗布し、乾燥して、導電体層を形成する工程と、前  
記弁金属体の前記マスクを除去する工程と、前記各工程を経て得られ  
る少なくとも1つの固体電解コンデンサ素子を、リードフレーム上に  
5 搭載し、表面が粗面化されていない弁金属体それぞれの他端部に前記  
リードフレームの陽極リード部を接合して、陽極リード電極を形成す  
るとともに、前記導電体層に前記リードフレームの陰極リード部を接  
続することによって、前記各陽極リード電極と平行に引き出された陰  
10 極リード電極を形成する工程とを備えたことを特徴とすることを特徴  
とする固体電解コンデンサの製造方法によって達成される。

本発明によれば、特に、互いに平行な陽極リード電極と陰極リード  
電極からなる一対のリード電極対が隣接していることによって、その  
電流経路によって発生する磁場を相殺することができ、これにより E  
15 S L を低減させることが可能であり、さらに、多端子型の固体電解コ  
ンデンサが構成されることによって電流経路が分割されるため、E S  
L を大幅に低減させることが可能な、固体電解コンデンサを製造する  
ことができる。

本発明において、弁金属基体は、絶縁性酸化皮膜形成能力を有する  
20 金属およびその合金よりなる群から選ばれる金属または合金によって  
形成される。好ましい弁金属としては、アルミニウム、タンタル、チ  
タン、ニオブおよびジルコニウムよりなる群から選ばれる1種の金属  
または2種以上の金属の合金が挙げられ、これらの中でも、アルミニ  
ウムおよびタンタルが、とくに好ましい。陽極電極は、これらの金属  
25 あるいは合金を、箔状に加工して、形成される。

本発明において、導電性金属の材料は、導電性を有する金属または  
合金であればよく、とくに限定されるものではないが、好ましくは、  
ハンダ接続が可能であり、とくに、銅、真鍮、ニッケル、亜鉛および  
クロムよりなる群から選ばれる1種の金属または2種以上の金属の合

金から選択されることが好ましく、これらの中では、電気的特性、後工程での加工性、コストなどの観点から、銅が最も好ましく使用される。

- 5 本発明において、固体高分子電解質層は、導電性高分子化合物を含有し、好ましくは、化学酸化重合あるいは電解酸化重合によって、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体上に、形成される。

- 10 化学酸化重合によって、固体高分子電解質層を形成する場合、具体的には、固体高分子電解質層は、たとえば、以下のようにして、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体上に、形成される。

- 15 まず、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体上のみに、0.001ないし2.0モル/リットルの酸化剤を含む溶液、あるいは、さらに、ドーパント種を与える化合物を添加した溶液を、塗布、噴霧などの方法によって、均一に付着させる。

- 20 次いで、好ましくは、少なくとも0.01モル/リットルの導電性高分子化合物の原料モノマーを含む溶液あるいは導電性高分子化合物の原料モノマー自体を、弁金属箔基体の表面に形成された絶縁性酸化皮膜に、直接接触させる。これによって、原料モノマーが重合し、導電性高分子化合物が合成され、弁金属箔基体の表面に形成された絶縁性酸化皮膜上に、導電性高分子化合物よりなる固体高分子電解質層が形成される。

- 25 本発明において、固体高分子電解質層に含まれる導電性高分子化合物としては、置換または非置換の $\pi$ 共役系複素環式化合物、共役系芳香族化合物およびヘテロ原子含有共役系芳香族化合物よりなる群から選ばれる化合物を、原料モノマーとするものが好ましく、これらのうちでは、置換または非置換の $\pi$ 共役系複素環式化合物を、原料モノマーとする導電性高分子化合物が好ましく、さらに、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフランおよびこれらの誘導体より

なる群から選ばれる導電性高分子化合物、とくに、ポリアニリン、ポリピロール、ポリエチレンジオキシチオフェンが好ましく使用される。

本発明において、固体高分子電解質層に好ましく使用される導電性高分子化合物の原料モノマーの具体例としては、未置換アニリン、ア

- 5 アルキルアニリン類、アルコキシアニリン類、ハロアニリン類、*o*-フェニレンジアミン類、2, 6-ジアルキルアニリン類、2, 5-ジア  
ルコキシアニリン類、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、ピロ  
ール、3-メチルピロール、3-エチルピロール、3-プロピルピロ  
ール、チオフェン、3-メチルチオフェン、3-エチルチオフェン、  
10 3, 4-エチレンジオキシチオフェンなどを挙げるができる。

- 本発明において、化学酸化重合に使用される酸化剤は、とくに限定  
されるものではないが、たとえば、塩化第2鉄、硫化第2鉄、フェリ  
シアン化鉄といった $Fe^{3+}$ 塩や、硫酸セリウム、硝酸アンモニウムセ  
リウムといった $Ce^{4+}$ の塩、ヨウ素、臭素、ヨウ化臭素などのハロゲ  
15 ン化物、五フッ化珪素、五フッ化アンチモン、四フッ化珪素、五塩化  
リン、五フッ化リン、塩化アルミニウム、塩化モリブデンなどの金属  
ハロゲン化物、硫酸、硝酸、フルオロ硫酸、トリフルオロメタン硫酸、  
クロロ硫酸などのプロトン酸、三酸化イオウ、二酸化窒素などの酸素  
化合物、過硫酸ナトリウム、過硫酸カリウム、過硫酸アンモニウムな  
20 どの過硫酸塩、過酸化水素、過マンガン酸カリウム、過酢酸、ジフル  
オロスルホンルパーオキサイドなどの過酸化物が、酸化剤として使用  
される。

- 本発明において、必要に応じて、酸化剤に添加されるドーパント種  
を与える化合物としては、たとえば、 $LiPF_6$ 、 $LiAsF_6$ 、 $Na$   
25  $PF_6$ 、 $KPF_6$ 、 $KAsF_6$ などの陰イオンがヘキサフロロリンアニ  
オン、ヘキサフロロ砒素アニオンであり、陽イオンがリチウム、ナト  
リウム、カリウムなどのアルカリ金属カチオンである塩、 $LiBF_4$ 、  
 $NaBF_4$ 、 $NH_4BF_4$ 、 $(CH_3)_4NBF_4$ 、 $(n-C_4H_9)_4NBF_4$ などの四フッ過  
ホウ素塩化合物、*p*-トルエンスルホン酸、*p*-

- エチルベンゼンスルホン酸、*p*-ヒドロキシベンゼンスルホン酸、ドデシルベンゼンスルホン酸、メチルスルホン酸、ドデシルスルホン酸、ベンゼンスルホン酸、 $\beta$ -ナフタレンスルホン酸などのスルホン酸またはその誘導体、ブチルナフタレンスルホン酸ナトリウム、2, 6-  
5 ナフタレンジスルホン酸ナトリウム、トルエンスルホン酸ナトリウム、トルエンスルホン酸テトラブチルアンモニウムなどのスルホン酸またはその誘導体の塩、塩化第二鉄、臭化第二鉄、塩化第二銅、集荷第二銅などの金属ハロゲン化物、塩酸、臭化水素、ヨウ化水素、硫酸、リン酸、硝酸あるいはこれらのアルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩も  
10 しくはアンモニウム塩、過塩素酸、過塩素酸ナトリウムなどの過ハロゲン酸もしくはその塩などのハロゲン化水素酸、無機酸またはその塩、酢酸、シュウ酸、蟻酸、酪酸、コハク酸、乳酸、クエン酸、フタル酸、マレイン酸、安息香酸、サリチル酸、ニコチン酸などのモノもしくは  
15 ジカルボン酸、芳香族複素環式カルボン酸、トリフルオロ酢酸などのハロゲン化されたカルボン酸およびこれらの塩などのカルボン酸類を挙げることができる。

- 本発明において、これらの酸化剤およびドーパント種を与えることのできる化合物は、水や有機溶媒などに溶解させた適当な溶液の形で  
20 使用される。溶媒は、単独で使用しても、2種以上を混合して、使用してもよい。混合溶媒は、ドーパント種を与える化合物の溶解度を高める上でも有効である。混合溶媒としては、溶媒間に相溶性を有するものおよび酸化剤およびドーパント種を与えることのできる化合物と相溶性を有するものが好ましい。溶媒の具体例としては、有機アミド  
25 類、含硫化合物、エステル類、アルコール類が挙げられる。

- 一方、電解酸化重合によって、固体高分子電解質層を、表面が粗面  
25 化され、絶縁性酸化皮膜が形成された非金属箔基体上に形成する場合  
には、公知のように、導電性下地層を作用極として、対向電極とともに、導電性高分子化合物の原料モノマーと支持電解質を含んだ電解液中に浸漬し、電流を供給することによって、固体高分子電解質層が形

成される。

具体的には、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体上に、好ましくは、化学酸化重合によって、まず、薄層の導電性下地層が形成される。導電性下地層の厚さは、一定の重合条件のもとで、重合回数を制御することによって、制御される。重合回数は、原料モノマーの種類によって決定される。

導電性下地層は、金属、導電性を有する金属酸化物、導電性高分子化合物のいずれから構成してもよいが、導電性高分子化合物から構成することが好ましい。導電性下地層を構成するための原料モノマーとしては、化学酸化重合に用いられる原料モノマーを用いることができ、導電性下地層に含まれる導電性高分子化合物は、化学酸化重合によって形成される固体高分子電解質層に含まれる導電性高分子化合物と同様である。導電性下地層を構成するための原料モノマーとして、エチレンジオキシチオフェン、ピロールを用いる場合は、化学酸化重合のみで高分子固体電解質層を形成する場合に生成される導電性高分子の全量の10%～30%（重量比）程度の導電性高分子が生成する条件になるように重合回数を換算して、導電性下地層が形成すればよい。

その後、導電性下地層を作用極として、対向電極とともに、導電性高分子化合物の原料モノマーと支持電解質を含んだ電解液中に浸漬し、電流を供給することによって、導電性下地層上に、固体高分子電解質層が形成される。

電解液には、必要に応じて、導電性高分子化合物の原料モノマーおよび支持電解質に加えて、種々の添加剤を添加することができる。

固体高分子電解質層に使用することのできる導電性高分子化合物は、導電性下地層に使用される導電性高分子化合物、したがって、化学酸化重合に用いられる導電性高分子化合物と同様であり、置換または非置換の $\pi$ 共役系複素環式化合物、共役系芳香族化合物およびヘテロ原子含有共役系芳香族化合物よりなる群から選ばれる化合物を、原料モノマーとする導電性高分子化合物が好ましく、これらのうちでは、置

- 換または非置換の $\pi$ 共役系複素環式化合物を、原料モノマーとする導電性高分子化合物が好ましく、さらに、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフランおよびこれらの誘導体よりなる群から選ばれる導電性高分子化合物、とくに、ポリアニリン、ポリピロール、
- 5 ポリエチレンジオキシチオフェンが好ましく使用される。

- 支持電解質は、組み合わせるモノマーおよび溶媒に応じて、選択されるが、支持電解質の具体例としては、たとえば、塩基性の化合物としては、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化アンモニウム、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムなどが、酸性の化合物としては、
- 10 硫酸、塩酸、硝酸、臭化水素、過塩素酸、トリフルオロ酢酸、スルホン酸などが、塩としては、塩化ナトリウム、臭化ナトリウム、ヨウ化カリウム、塩化カリウム、硝酸カリウム、過ヨウ酸ナトリウム、過塩素酸ナトリウム、過塩素酸リチウム、ヨウ化アンモニウム、塩化アンモニウム、四フッ化ホウ素塩化合物、テトラメチルアンモニウムクロ
- 15 ライド、テトラエチルアンモニウムクロライド、テトラメチルアンモニウムブロマイド、テトラエチルアンモニウムブロマイド、テトラエチルアンモニウムパークロライド、テトラブチルアンモニウムパークロライド、テトラメチルアンモニウム、D-トルエンスルホン酸クロ
- 20 ライド、ポリジサリチル酸トリエチルアミン、10-カンファースルホン酸ナトリウムなどが、それぞれ、挙げられる。

本発明において、支持電解質の溶解濃度は、所望の電流密度が得られるように設定すればよく、とくに限定されないが、一般的には、0.05ないし1.0モル/リットルの範囲内に設定される。

- 本発明において、電解酸化重合で用いられる溶媒は、とくに限定されるものではなく、たとえば、水、プロトン性溶媒、非プロトン性溶媒またはこれらの溶媒を2種以上混合した混合溶媒から、適宜選択することができる。混合溶媒としては、溶媒間に相溶性を有するものならびにモノマーおよび支持電解質と相溶性を有するものが好ましく使用できる。
- 25

本発明において使用されるプロトン性溶媒の具体例としては、蟻酸、酢酸、プロピオン酸、メタノール、エタノール、*n*-プロパノール、イソプロパノール、*tert*-ブチルアルコール、メチルセロソルブ、ジエチルアミン、エチレンジアミンなどを挙げることができる。

- 5     また、非プロトン性溶媒の具体例としては、塩化メチレン、1, 2-ジクロロエタン、二硫化炭素、アセトニトリル、アセトン、プロピレンカーボネート、ニトロメタン、ニトロベンゼン、酢酸エチル、ジエチルエーテル、テトラヒドロフラン、ジメトキシエタン、ジオキサン、*N*, *N*-ジメチルアセトアミド、*N*, *N*-ジメチルホルムアミド、  
10    ピリジン、ジメチルスルホキシドなどが挙げられる。

- 本発明において、電解酸化重合によって、固体高分子電解質層を形成する場合には、定電圧法、定電流法、電位掃引法のいずれを用いてもよい。また、電解酸化重合の過程で、定電圧法と定電流法を組み合わせ、導電性高分子化合物を重合することもできる。電流密度は、  
15    とくに限定されないが、最大で、 $500\text{ mA/cm}^2$ 程度である。

- 本発明において、化学酸化重合時あるいは電解酸化重合時に、特開2000-100665号公報に開示されるように、超音波を照射しつつ、導電性高分子化合物を重合することもできる。超音波を照射しつつ、導電性高分子化合物を重合する場合には、得られる固体高分子  
20    電解質層の膜質を改善することが可能になる。

本発明において、固体高分子電解質層の最大厚さは、エッチングなどによって形成された陽極電極表面の凹凸を完全に埋めることができるような厚さであればよく、とくに限定されないが、一般に、5ないし100  $\mu\text{m}$ 程度である。

- 25    本発明において、固体電解コンデンサは、さらに、固体高分子電解質層上に、陰極として機能する導電体層を備えており、導電体層としては、グラファイトペースト層および銀ペースト層を設けることができ、グラファイトペースト層および銀ペースト層は、スクリーン印刷法、スプレー塗布法などによって形成することができる。銀ペースト

層のみによって、固体電解コンデンサの陰極を形成することもできるが、グラファイトペースト層を形成する場合には、銀ペースト層のみによって、固体電解コンデンサの陰極を形成する場合に比して、銀のマイグレーションを防止することができる。

- 5 陰極として、グラファイトペースト層および銀ペースト層を形成するにあたっては、メタルマスクなどによって、粗面化処理が施され、絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体に対応する部分を除いた部分がマスクされ、粗面化処理が施され、絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体に対応する部分にのみ、グラファイトペースト層および
- 10 銀ペースト層が形成される。

#### 図面の簡単な説明

- 第1図は、本発明の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサに用いられる固体電解コンデンサ素子用電極体（以下、単に電極体と
- 15 いうことがある）の略斜視図である。

第2図は、第1図に示した固体電解コンデンサ素子用電極体のA-A線に沿った略断面図である。

- 第3図は、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体2のエッジ部に、酸化アルミニウム皮膜を形成する陽極酸化方法を示す略断面図
- 20 である。

第4図は、固体電解コンデンサ素子の略断面図である。

第5図は、リードフレームの構成を示す略斜視図である。

第6図は、リードフレームに搭載された固体電解コンデンサ素子の略斜視図である。

- 25 第7図は、ディスクリット型固体電解コンデンサの略斜視図である。

第8図は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサ素子の積層体の略斜視図であって、リードフレームに搭載された状態を示す図である。

第9図は、本発明のさらに他の好ましい実施態様にかかる固体電解



コンデンサに用いられる固体電解コンデンサ素子用電極体の略斜視図である。

第10図は、第9図に示した固体電解コンデンサ素子用電極体のB-B線に沿った略断面図である。

- 5 第11図は、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体2のエッジ部に、酸化アルミニウム皮膜を形成する陽極酸化方法を示す略断面図である。

第12図は、固体電解コンデンサ素子の略断面図である。

第13図は、リードフレームの構成を示す略斜視図である。

- 10 第14図は、リードフレームに搭載された固体電解コンデンサ素子130の略斜視図である。

第15図は、ディスクリット型固体電解コンデンサの略斜視図である。なお、内部の固体電解コンデンサ素子は図示を省略する。

- 15 第16図は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサ素子の積層体の略斜視図である。

第17図は、本発明のさらに他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサに用いられる固体電解コンデンサ素子用電極体（以下、単に電極体ということがある）の略斜視図である。

- 20 第18図は、第17図に示した固体電解コンデンサ素子用電極体のA-A線に沿った略断面図である。

第19図は、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体2のエッジ部に、酸化アルミニウム皮膜を形成する陽極酸化方法を示す略断面図である。

第20図は、固体電解コンデンサ素子の略断面図である。

- 25 第21図は、固体電解コンデンサ素子の積層体の略斜視図である。

第22図は、第21図に示した固体電解コンデンサ素子の積層体のA-A線に沿った略断面図である。

第23図は、リードフレームの構成を示す略斜視図である。

第24図は、リードフレームに搭載された固体電解コンデンサ素子

の積層体 160X を示す略斜視図である。

第 25 図は、ディスクリット型固体電解コンデンサの略斜視図である。

5 第 26 図は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサ素子ユニットの略斜視図である。

第 27 図は、比較例にかかる、リードフレームに搭載された 2 端子型固体電解コンデンサ素子を示す略斜視図である。

第 28 図は、比較例にかかる、ディスクリット型の 2 端子型固体電解コンデンサの略斜視図である。

10

#### 発明の実施の形態

以下、添付図面に基づいて、本発明の好ましい実施態様につき、詳細に説明を加える。

15 第 1 図は、本発明の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサに用いられる固体電解コンデンサ素子用電極体（以下、単に電極体とすることがある）の略斜視図であり、第 2 図は、第 1 図に示した固体電解コンデンサ素子用電極体の A-A 線に沿った略断面図である。

20 本実施態様においては、絶縁性酸化皮膜形成能力を有する弁金属として、アルミニウムが用いられ、第 1 図および第 2 図に示されるように、本実施態様にかかる固体電解コンデンサの電極体 100 は、表面が粗面化（拡面化）され、表面に、絶縁性酸化皮膜である酸化アルミニウム皮膜 2x が形成されたアルミニウム箔基体 2 と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3a ないし 3d を備えている。

25 表面が粗面化され、表面に、酸化アルミニウム皮膜 2x が形成されたアルミニウム箔基体 2 の対向する 2 つの端部には、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3a および 3b、ならびに 3c および 3d の一端部が、超音波溶接によって、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合されて、アルミニウム箔基体 3a と 3c、および 3b と 3d が一定の間隔を有するように、形成されている。

- 電極体 100 の作製にあたっては、まず、表面が粗面化され、表面に酸化アルミニウム皮膜が形成されているアルミニウム箔シートから、アルミニウム箔基体 2 が所定寸法にて切り出され、また、表面が粗面化されていないアルミニウム箔シートから、アルミニウム箔基体 3 a
- 5    ないし 3 d が所定寸法にて切り出される。このとき、表面が粗面化されていないアルミニウム基体 3 a ないし 3 d の幅は、陽極リード電極および陰極リード電極からなるリード電極対を、両端部に少なくとも 2 組ずつ、陽極リード電極と陰極リード電極が交互に隣接して設けられるように、アルミニウム基体 2 の幅よりも十分に小さく設定される。
- 10    そして、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜 2 x が形成されているアルミニウム箔基体 2 の両端部に、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の一端部を、それぞれ、所定面積の端部領域が互いに重なり合うように、重ね合わされる。ここに、アルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d は、表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 の重心点を中心として点対称の位置関係となるように配置
- 15    される。なお、重心点は、矩形状のアルミニウム基体 2 において、対角線が交差したアルミニウム基体 2 上の一点と定義される。また、互いに重なり合うアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の端部領域およびアルミニウム箔基体 2 の端部領域の面積は、接合部が、所定の強度を
- 20    有するように決定される。
- 次いで、互いに重ね合わされている表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 の端部領域と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の端部領域とが、超音波溶接によって、接合されて、溶接接合部 4 が形成される。ここに、超音波溶接によって、接合
- 25    することによって、アルミニウム箔基体 2 の表面に形成されている酸化アルミニウム皮膜 2 x が除去され、アルミニウム金属間が電氣的に接続されるように、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の端部領域と、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 の端部領域とが接合される。

こうして作製された電極体 100 は、表面が粗面化され、表面に酸化アルミニウム皮膜 2 x が形成されたアルミニウム箔基体 2 が、アルミニウム箔シートから切り出されたものであるため、そのエッジ部には、誘電体を構成する酸化アルミニウム皮膜が形成されてはおらず、

5 固体電解コンデンサの陽極電極として用いるためには、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 のエッジ部に、陽極酸化によって、酸化アルミニウム皮膜を形成することが必要である。

第 3 図は、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 のエッジ部に、酸化アルミニウム皮膜を形成する陽極酸化方法を示す略断面図

10 である。

第 3 図に示されるように、まず、電極体 100 は、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 の一方の端部領域に形成された、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a, 3 c のうち、表面が粗面化されたアルミニウム基体 2 と重なっていない部分の一部が、熱

15 硬化型レジスト 8 x によってマスクされる。次いで、ステンレスピーカー 7 中に收容されたアジピン酸アンモニウム水溶液よりなる化成溶液 8 中に、表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 の全体と、マスク処理されたアルミニウム箔基体 3 a、3 c の全体と、マスク処理されていないアルミニウム箔基体 3 b、3 d の一部が浸漬されるように、

20 電極体 100 がセットされ、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 b あるいは 3 d がプラスに、ステンレスピーカー 7 がマイナスになるように、電圧が印加される。

使用電圧は、形成すべき酸化アルミニウム皮膜の膜厚に応じて、適宜決定することができ、10 nm ないし 1  $\mu$  m の膜厚を有する酸化アルミニウム皮膜を形成するときは、通常、数ボルトないし 20 ボルト

25 程度に設定される。

その結果、陽極酸化が開始され、化成溶液 8 は、アルミニウム箔基体 2 の表面が粗面化されているため、毛細管現象によって上昇するが、アルミニウム箔基体 3 b、3 d の表面は粗面化されていないため、表

- 面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 b, 3 d の接合部を越えて上昇することではなく、また、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a, 3 c の一部は、熱硬化型レジスト 8 x によってマスクされているので、
- 5 化成溶液 8 と接触することはない。

したがって、エッジ部を含む表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 の全表面およびこれに接合された表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の一部の領域のみに、酸化アルミニウム皮膜が形成される。

- 10 こうして作製された電極体 1 0 0 には、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されているアルミニウム箔基体 2 の略全表面上に、公知の方法で、導電性高分子などからなる陰極電極が形成され、固体電解コンデンサ素子が作製される。

第 4 図は、固体電解コンデンサ素子の略断面図である。

- 15 第 4 図に示されるように、固体電解コンデンサ素子 1 1 0 は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜 9 が形成されているアルミニウム箔基体 2 の略全表面上に、固体高分子電解質層 1 1、グラファイトペースト層 1 2 および銀ペースト層 1 3 からなる陰極電極 1 4 を備えている。

- 20 導電性高分子化合物を含む固体高分子電解質層 1 1 は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜 9 が形成されているアルミニウム箔基体 2 の略全表面上に、化学酸化重合あるいは電解酸化重合によって形成され、グラファイトペースト層 1 2 および銀ペースト層（導電体層）1 3 は、固体高分子電解質層 1 1 上に、スクリーン印刷法あるいはスプレー塗布法によって形成される。
- 25

こうして作製された、固体電解コンデンサ素子 1 1 0 は、熱硬化型レジスト 8 x によるマスクが除去され、リードフレーム上に搭載され、予め作製された陽極リード部および陰極リード部と接続された後、モールドされ、ディスクリット型の固体電解コンデンサとされる。

第5図は、リードフレームの構成を示す略斜視図である。また、第6図は、リードフレームに搭載された固体電解コンデンサ素子の略斜視図である。

第5図および第6図に示すように、リードフレーム15は、固体電  
5 解コンデンサ素子110を搭載させるべく、りん青銅製の基体が所定  
の形状に打ち抜き加工されたものである。リードフレーム15には、  
四方を囲むメインフレーム15Xの中央に略帯状のアイランド部15  
Yが設けられており、またアイランド部15Yとの直交方向には、メ  
インフレーム15Xからアイランド部15Yに向けて突出した4つの  
10 陽極リード部16aないし16dが設けられ、さらに、これらの陽極  
リード部16aないし16dと所定間隔を置いて平行に設けられ、メ  
インフレーム15Xとアイランド部15Yとをつなぐ4つの陰極リー  
ド部17aないし17dが設けられている。

固体電解コンデンサ素子10は、リードフレーム15のアイランド  
15 部15Y上に搭載され、アイランド部15Yと固体電解コンデンサ素  
子110の下面にある導電体層13とを、銀系の導電性接着剤5を用  
いて接着して、固定される。粗面化処理が施されていないアルミニウ  
ム箔3aないし3dの端部は、リードフレーム中に予め作製された4  
つの陽極リード部16aないし16dの端部に、それぞれ重ね合わせ  
20 られ、レーザスポット溶接機で溶接して、陽極リード部16aないし  
16dと接合される。

第7図は、ディスクリット型固体電解コンデンサの略斜視図である。

第7図に示されるように、固体電解コンデンサ素子110は、リー  
ドフレーム上に固定された後、インジェクションまたはトランスファ  
25 モールドによって、エポキシ樹脂19でモールドされる。樹脂モー  
ルドされた固体電解コンデンサ素子は、リードフレームから切り離され、  
陽極リード部16aないし16dを折り曲げて、陽極リード電極が構  
成される。また、陰極リード部17aないし17dも折り曲げて、陰  
極リード電極が構成される。

上記のように構成された、固体電解コンデンサ素子 110 は、一端部に、陽極リード電極 16a および陰極リード電極 17a からなる一対のリード電極対 18a と、陽極リード電極 16c および陰極リード電極 17c からなる一対のリード電極対 18c を備え、また、もう片側  
5 側に、陽極リード電極 16b および陰極リード電極 17b からなる一対のリード電極対 18b と、陽極リード電極 16d および陰極リード電極 17d からなる一対のリード電極対 18d を備えており、このように陽極リード電極と陰極リード電極が交互に配置されることで、陽極リード電極を流れる電流によって発生する磁界と、陰極リード電  
10 極を流れる電流によって発生する磁界が互いに打ち消される。したがって、ESL が低減される。

以上説明したように、本実施態様によれば、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜で覆われたアルミニウム箔基体 2 の対向する 2 つの端部に、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3a ないし  
15 3d の端部がそれぞれ接合され、さらにその他端部に、銅基体 16a ないし 16d が接合されて、陽極リード電極が構成されているので、電気的特性に優れた固体電解コンデンサ素子 110 を得ることができる。

また、多端子型の固体電解コンデンサ素子として構成されているので、電流経路の分割によって ESL を低減することができ、しかも初期特性値のみならず、ほとんど特性変化のない良好な電気的特性を有する電解コンデンサを得ることができる。

また特に、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されたアルミニウム基体 2 の端部には、陽極リード電極 16 および陰極リード電極 17 からなる少なくとも 1 組のリード電極対が設けられ、隣り合うリード電極の極性が相互に異なるように、高周波電流が流れること  
25 で、各リード電極で発生する磁束が互いに打ち消し合うので、ESL を低減させる効果が一層確実に生ずるようになる。

さらにまた、こうして得られた固体電解コンデンサ素子 110 は、

箔状の構造をしていることから、固体電解コンデンサ素子を積層しても非常に薄型であり、所望のように、同一の電極配置の固体電解コンデンサ素子を積層した、静電容量の大きな固体電解コンデンサを作製することが可能になる。また、固体電解コンデンサ素子を樹脂モールドすることによって、ディスクリートの固体電解コンデンサを提供することができる。

第8図は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサ素子の積層体の略斜視図であって、リードフレームに搭載された状態を示す図である。

- 10 第8図に示されるように、この固体電解コンデンサ素子の積層体110xは、第5図および第6図に示した固体電解コンデンサ素子10を3つ積層して、構成されたものである。

- 15 3つの固体電解コンデンサ素子110a, 110b, 110cからなる固体電解コンデンサ素子の積層体110xは、各部が同じ向きに揃えられて、重ね合わされ、導電体層13どうしが電氣的に接続されるように、銀系の導電性接着剤により接着される。表面が粗面化されているアルミニウム箔基体2の下面と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体3aないし3dの上面が接する領域は、超音波溶接あるいはかしめ固定によって固定される。

- 20 このように構成された固体電解コンデンサ素子の積層体110xは、固体電解コンデンサ素子110単体の場合と同様に、リードフレーム15上に搭載され、リードフレームの支持部15yと、積層体110xの最下面にある導電体層とを導電性接着剤にて接着し、またリードフレーム15の陽極リード部16aないし16dと超音波溶接によって接続し、固定される。さらに、樹脂モールドされて、ディスクリートの固体電解コンデンサとされる。

25 以上説明したように、本実施態様によれば、箔状の構造を有する固体電解コンデンサ素子の積層体によって構成されているので、非常に薄型で、しかも静電容量の大きな固体電解コンデンサを提供すること



ができる。

第9図は、本発明のさらに他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサに用いられる固体電解コンデンサ素子用電極体の略斜視図であり、第10図は、第9図に示した固体電解コンデンサ素子用電極  
5 体のB-B線に沿った略断面図である。

本実施態様においては、絶縁性酸化皮膜形成能力を有する弁金属として、アルミニウムが用いられ、第9図および第10図に示されるように、本実施態様にかかる固体電解コンデンサの電極体120は、表面が粗面化（拡面化）され、表面に、絶縁性酸化皮膜である酸化アル  
10 ミニウム皮膜2xが形成されたアルミニウム箔基体2と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体3aないし3dを備えている。

第9図および第10図に示されるように、本実施態様にかかる電極体120は、表面が粗面化され、表面に、酸化アルミニウム皮膜2xが形成されたアルミニウム箔基体2の四方の各端部に、表面が粗面化  
15 されていないアルミニウム箔基体3aないし3dの一端部が、超音波溶接によって、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合されて、形成されている。

電極体120の作製にあたっては、まず、表面が粗面化され、表面に酸化アルミニウム皮膜が形成されているアルミニウム箔シートから、  
20 アルミニウム箔基体2が所定寸法にて切り出され、また、表面が粗面化されていないアルミニウム箔シートから、アルミニウム箔基体3が所定寸法にて切り出される。このとき、表面が粗面化されていないアルミニウム基体3の幅は、陽極リード電極および陰極リード電極からなるリード電極対を四方の端部に1組ずつ設けられるように、アルミ  
25 ニウム基体2の幅よりも十分に小さく設定される。

そして、表面が粗面化され、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体2の四方の各端部に、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体3aないし3dの一端部を、それぞれ、所定面積の端部領域が互いに重なり合うように、重ね合わされる。ここに、アルミニウム箔

基体 3 a ないし 3 d は、陽表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 の重心点を中心として点対称の位置関係となるように、また隣接して陰極リード電極を配置できるように、一角寄りに片寄らせて配置される。また、互いに重なり合うアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の端部領域およびアルミニウム箔基体 2 の端部領域の面積は、接合部が、  
5 所定の強度を有するように決定される。

次いで、互いに重ね合わされている表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 の端部領域と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の端部領域とが、超音波溶接によって、接合されて、溶接接合部 4 が形成される。ここに、超音波溶接によって、接合することによって、アルミニウム箔基体 2 の表面に形成されている酸化アルミニウム皮膜 2 x が除去され、アルミニウム純金属間が電氣的に接続されるように、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の端部領域と、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 の端部領域とが接合される。  
10  
15

こうして作製された電極体 1 2 0 は、表面が粗面化され、表面に酸化アルミニウム皮膜 2 x が形成されたアルミニウム箔基体 2 が、アルミニウム箔シートから切り出されたものであるため、そのエッジ部には、誘電体を構成する酸化アルミニウム皮膜が形成されてはおらず、  
20 固体電解コンデンサの陽極電極として用いるためには、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 のエッジ部に、陽極酸化によって、酸化アルミニウム皮膜を形成することが必要である。

第 1 1 図は、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 のエッジ部に、酸化アルミニウム皮膜を形成する陽極酸化方法を示す略断面図である。  
25

第 1 1 図に示されるように、まず、電極体 1 2 0 は、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 の三方の端部に形成された、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a, 3 c, 3 d のうち、表面が粗面化されていないアルミニウム基体 2 と重なっていない部分の

一部が、熱硬化型レジスト 8 x によってマスクされる。次いで、ステンレスピーカー 7 中に收容されたアジピン酸アンモニウム水溶液よりなる化成溶液 8 中に、表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 の全体と、マスク処理されたアルミニウム箔基体 3 a, 3 c, 3 d の全体と、マスク処理されていないアルミニウム箔基体 3 b の一部が浸漬されるように、電極体 1 2 0 がセットされ、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 b がプラスに、ステンレスピーカー 7 がマイナスになるように、電圧が印加される。

10 使用電圧は、形成すべき酸化アルミニウム皮膜の膜厚に応じて、適宜決定することができ、10 nm ないし 1  $\mu$  m の膜厚を有する酸化アルミニウム皮膜を形成するときは、通常、数ボルトないし 20 ボルト程度に設定される。

その結果、陽極酸化が開始され、化成溶液 8 は、アルミニウム箔基体 2 の表面が粗面化されているため、毛細管現象によって上昇するが、アルミニウム箔基体 3 b の表面は粗面化されていないため、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 b の接合部を越えて上昇することはない。また、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a, 3 c, 3 d の一部は、熱硬化型レジスト 8 x によってマスクされているので、化成溶液 8 と接触することはない。

したがって、エッジ部を含む表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 の全表面およびこれに接合された表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の一部の領域のみに、酸化アルミニウム皮膜が形成される。

25 こうして作製された電極体 1 2 0 には、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されているアルミニウム箔基体 2 の略全表面上に、公知の方法で、陰極電極が形成され、固体電解コンデンサ素子が作製される。

第 1 2 図は、固体電解コンデンサ素子の略断面図である。

第12図に示されるように、固体電解コンデンサ素子130は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜9が形成されているアルミニウム箔基体2の略全表面上に、固体高分子電解質層11、グラファイトペースト層12および銀ペースト層13からなる陰極電極14を備えている。

導電性高分子化合物を含む固体高分子電解質層11は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されているアルミニウム箔基体2の略全表面上に、化学酸化重合あるいは電解酸化重合によって形成され、グラファイトペースト層12および銀ペースト層13は、固体高分子電解質層11上に、スクリーン印刷法あるいはスプレー塗布法によって形成される。

こうして作製された、固体電解コンデンサ素子130は、熱硬化型レジスト8xによるマスクが除去され、リードフレームに搭載され、予め作製された陽極リード部および陰極リード部と接続された後、モールドされ、ディスクリット型の固体電解コンデンサとされる。

第13図は、リードフレームの構成を示す略斜視図である。また、第14図は、リードフレームに搭載された固体電解コンデンサ素子130の略斜視図である。

第13図および第14図に示すように、リードフレーム15は、固体電解コンデンサ素子130を搭載させるべく、りん青銅製の基体が所定の形状に打ち抜き加工されたものである。リードフレーム15には、四方を囲むメインフレーム15xの中央に略矩形状のアイランド部15zが設けられており、また、メインフレーム15xの四方からアイランド部15zに向けてそれぞれ突出した4つの陽極リード部16aないし16dが設けられ、さらに、これらの陽極リード部16aないし16dと所定間隔を置いて平行に設けられ、メインフレーム15xとアイランド部15zとをつなぐ4つの陰極リード部17aないし17dが設けられている。

固体電解コンデンサ素子130は、リードフレーム15のアイラン

ド部 1 5 z 上に搭載され、アイランド部 1 5 z と固体電解コンデンサ素子 1 0 の下面にある導電体層 1 3 とを、銀系の導電性接着剤 5 を用いて接着して、固定される。粗面化処理が施されていないアルミニウム箔 3 a ないし 3 d の端部は、リードフレーム中に予め作製された 4  
5 つの陽極リード部 1 6 a ないし 1 6 d の端部に、それぞれ重ね合わせられ、レーザスポット溶接機で溶接して、陽極リード部 1 6 a ないし 1 6 d と接合される。

第 1 5 図は、ディスクリット型固体電解コンデンサの略斜視図である。なお、内部の固体電解コンデンサ素子は図示を省略する。

10 第 1 5 図に示されるように、固体電解コンデンサ素子 1 3 0 は、リードフレーム上に固定された後、インジェクションまたはトランスファモールドによって、エポキシ樹脂 1 9 でモールドされる。樹脂モールドされた固体電解コンデンサ 1 3 0 素子は、リードフレームから切り離され、陽極リード部 1 6 a ないし 1 6 d を折り曲げて、陽極リー  
15 ド電極が構成される。また、陰極リード部 1 7 a ないし 1 7 d も折り曲げて、陰極リード電極が構成される。

上記のように構成された、固体電解コンデンサ素子 1 3 0 は、四方の各端部に、陽極リード電極 1 6 a および陰極リード電極 1 7 a からなる一対のリード電極対 1 8 a と、陽極リード電極 1 6 b および陰極  
20 リード電極 1 7 b からなる一対のリード電極対 1 8 b と、陽極リード電極 1 6 c および陰極リード電極 1 7 c からなる一対のリード電極対 1 8 c と、陽極リード電極 1 6 d および陰極リード電極 1 7 d からなる一対のリード電極対 1 8 d を 1 組ずつ備えており、このように陽極  
25 リード電極と陰極リード電極が配置されることで、陽極リード電極を流れる電流によって発生する磁界と、陰極リード電極を流れる電流によって発生する磁界が互いに打ち消される。したがって、E S L が低減される。

以上説明したように、本実施態様によれば、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜で覆われたアルミニウム箔基体 2 の四方の各端部

に、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の端部がそれぞれ接合され、さらにその他端部に、銅基体 1 6 a ないし 1 6 d が接合されて、陽極リード電極が接合されて、陽極リード電極が構成されているので、電気的特性に優れた固体電解コンデンサ素子 1 3 0 を得ることができる。

また、多端子型の固体電解コンデンサ素子として構成されているので、電流経路の分割によって大きなリップル電流に対応することができ、しかも初期特性値のみならず、ほとんど特性変化のない良好な電気的特性を有する電解コンデンサを得ることができる。

- 10 また特に、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されたアルミニウム基体 2 の端部には、陽極リード電極 1 6 および陰極リード電極 1 7 からなる少なくとも 1 組のリード電極対が設けられ、隣り合うリード電極の極性が相互に異なるように、高周波電流が流されることで、各リード電極で発生する磁束が互いに打ち消し合うので、E S L を低減させる効果が一層確実に生ずるようになる。

- さらにまた、こうして得られた固体電解コンデンサ素子 1 3 0 は、箔状の電極構造を有していることから、固体電解コンデンサ素子を積層しても非常に薄型であり、所望のように、同一の電極配置の固体電解コンデンサ素子を積層した、静電容量の大きな固体電解コンデンサを作製することが可能になる。また、固体電解コンデンサ素子を樹脂モールドすることによって、ディスクリット型の固体電解コンデンサを提供することができる。

- 第 1 6 図は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサ素子の積層体の略斜視図である。
- 25 第 1 6 図に示されるように、この固体電解コンデンサ素子の積層体 1 0 x は、第 9 図および第 1 0 図に示した固体電解コンデンサ素子 1 3 0 を 3 つ積層して、構成されたものである。

3 つの固体電解コンデンサ素子 1 3 0 a , 1 3 0 b 、 1 3 0 c からなる固体電解コンデンサ素子の積層体 1 0 x は、各部が同じ向きに揃

えられて、重ね合わされ、導電体層 13 同士が電氣的に接続されるように、銀系の導電性接着剤により接着する。表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 の下面と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a ないし 3 d の上面が接する領域は、超音波溶接ある  
5 いはかしめ固定によって固定される。

このように構成された固体電解コンデンサ素子の積層体 10 x は、固体電解コンデンサ素子 130 単体の場合と同様に、リードフレーム 15 上に搭載され、リードフレームのアイランド部 15 z と、積層体 10 x の最下面にある導電体層とを導電性接着剤にて接着し、またリ  
10 ードフレーム 15 の陽極リード部 16 a ないし 16 d と超音波溶接によって接続し、固定される。さらに、樹脂モールドされて、ディスクリット型固体電解コンデンサとされる。

以上説明したように、本実施態様によれば、箔状の構造を有する固体電解コンデンサ素子の積層体によって構成されているので、非常に  
15 薄型で、しかも静電容量の大きな固体電解コンデンサを提供することができる。

次に、本発明のさらに好ましい実施態様につき、詳細に説明を加える。

第 17 図は、本発明のさらに他の好ましい実施態様にかかる固体電  
20 解コンデンサに用いられる固体電解コンデンサ素子用電極体（以下、単に電極体ということがある）の略斜視図であり、第 18 図は、第 17 図に示した固体電解コンデンサ素子用電極体の A-A 線に沿った略断面図である。

本実施態様においては、絶縁性酸化皮膜形成能力を有する弁金属として、アルミニウムが用いられ、第 17 図および第 18 図に示される  
25 ように、本実施態様にかかる固体電解コンデンサの電極体 150 は、表面が粗面化（拡面化）され、表面に、絶縁性酸化皮膜である酸化アルミニウム皮膜 2 x が形成されたアルミニウム箔基体 2 と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 を備えている。

表面が粗面化され、表面に、酸化アルミニウム皮膜  $2x$  が形成されたアルミニウム箔基体 2 の一端部領域には、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 の一端部領域が、超音波溶接によって、弁金属間が電氣的に接続されるように、接合されている。表面が粗面化されてい

5    ないアルミニウム箔基体 3 は、表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 よりも狭幅に設定され、表面が粗面化された箔状のアルミニウム箔基体 2 の幅方向の一端部寄りに設けられる。

電極体 150 の作製にあたっては、まず、表面が粗面化され、表面に酸化アルミニウム皮膜が形成されているアルミニウム箔シートから、

10    アルミニウム箔基体 2 が所定寸法にて切り出される。また、表面が粗面化されていないアルミニウム箔シートから、アルミニウム箔基体 3 が所定寸法にて切り出される。このとき、表面が粗面化されていないアルミニウム基体 3 の幅  $w_2$  は、アルミニウム基体 2 の幅  $w_1$  の  $1/2$  以下とする、適切な幅に設定することが好ましい。

15    そして、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜  $2x$  が形成されているアルミニウム箔基体 2 の一端部であって幅方向の一端部寄りに、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 の一端部を、それぞれ、所定面積の端部領域が互いに重なり合うように、重ね合わされる。ここに、互いに重なり合うアルミニウム箔基体 3 の端部領域およびアル

20    ミニウム箔基体 2 の端部領域の面積は、接合部が、所定の強度を有するように決定される。

次いで、互いに重ね合わされている表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 の端部領域と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 の端部領域とが、超音波溶接によって、接合されて、溶接接合部 4 が形成される。ここに、超音波溶接によって、接合することによって、アルミニウム箔基体 2 の表面に形成されている酸化アルミニウム皮膜  $2x$  が除去され、アルミニウム金属間が電氣的に接続されるように、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 の端部領域と、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 の端部領域とが接合さ

25



れる。

こうして作製された、電極体 150 は、表面が粗面化され、表面に酸化アルミニウム皮膜 2x が形成されたアルミニウム箔基体 2 が、アルミニウム箔シートから切り出されたものであるため、そのエッジ部  
5 には、誘電体を構成する酸化アルミニウム皮膜が形成されてはおらず、固体電解コンデンサの陽極電極として用いるためには、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 のエッジ部に、陽極酸化によって、酸化アルミニウム皮膜を形成することが必要である。

第 19 図は、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 のエッジ部に、酸化アルミニウム皮膜を形成する陽極酸化方法を示す略断面図である。

第 19 図に示されるように、ステンレスビーカー 7 中に収容されたアジピン酸アンモニウム水溶液よりなる化成溶液 8 中に、表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 の全体と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 の一部が浸漬されるように、電極体 150 がセ  
15 ットされ、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 がプラスに、ステンレスビーカー 7 がマイナスになるように、電圧が印加される。

使用電圧は、形成すべき酸化アルミニウム皮膜の膜厚に応じて、適  
20 宜決定することができ、10nm ないし 1 $\mu$ m の膜厚を有する酸化アルミニウム皮膜を形成するときは、通常、数ボルトないし 20 ボルト程度に設定される。

その結果、陽極酸化が開始され、化成溶液 8 は、アルミニウム箔基体 2 の表面が粗面化されているため、毛細管現象によって上昇するが、  
25 アルミニウム箔基体 3 の表面は粗面化されていないため、表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 と、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 の接合部を越えて上昇することはない。

したがって、エッジ部を含む表面が粗面化されているアルミニウム箔基体 2 の全表面およびこれに接合された表面が粗面化されていない

アルミニウム箔基体 3 の一部の領域のみに、酸化アルミニウム皮膜が形成される。

5 こうして作製された電極体 150 には、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されているアルミニウム箔基体 2 の略全表面上に、公知の方法で、導電性高分子などからなる陰極電極が形成され、固体電解コンデンサ素子が作製される。

第 20 図は、固体電解コンデンサ素子の略断面図である。

10 第 20 図に示されるように、固体電解コンデンサ素子 160 は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜 9 が形成されているアルミニウム箔基体 2 の略全表面上に、固体高分子電解質層 11、グラファイトペースト層 12 および銀ペースト層 13 からなる陰極電極 14 を備えている。

15 導電性高分子化合物を含む固体高分子電解質層 11 は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜 9 が形成されているアルミニウム箔基体 2 の略全表面上に、化学酸化重合あるいは電解酸化重合によって形成され、グラファイトペースト層 12 および銀ペースト層（導電体層）13 は、固体高分子電解質層 11 上に、スクリーン印刷法あるいはスプレー塗布法によって形成される。

20 こうして作製された固体電解コンデンサ素子 160 は、2 個用意され、これらの陰極電極 14 どうしを一部重ね合わせて、固体電解コンデンサ素子の積層体が作製される。

第 21 図は、固体電解コンデンサ素子の積層体の略斜視図であり、第 22 図は、第 21 図に示した固体電解コンデンサ素子の積層体の A-A 線に沿った略断面図である。

25 第 21 図および第 22 図に示されるように、固体電解コンデンサ素子の積層体 160X は、第 20 図に示した固体電解コンデンサ素子 160 に相当する、2 つの固体電解コンデンサ素子 160a, 160b を備えている。すなわち、固体電解コンデンサ素子 160a は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されたアルミニウム基体

2 a と、表面が粗面化されていないアルミニウム基体 3 a を備えており、アルミニウム基体 2 a の表面には、固体高分子電解質層、グラファイトペースト層および銀ペースト層からなる陰極電極 1 4 a が形成されている。また固体電解コンデンサ素子 1 6 0 b も、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されたアルミニウム基体 2 b と、表面が粗面化されていないアルミニウム基体 3 b を備えており、アルミニウム基体 2 a の表面には陰極電極 1 4 b が形成されている。

固体電解コンデンサ素子 1 6 0 a と固体電解コンデンサ素子 1 6 0 b は、陰極電極が形成されているアルミニウム箔基体 2 a, 2 b どうしが向き合い、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a, 3 b が外側を向くように、1 8 0 度回転させて配置し、この 2 つの固体電解コンデンサ素子のアルミニウム箔基体 2 a, 2 b の端部どうしを、陰極電極どうしが電氣的に接続されるように、重ね合わせ、銀系の導電性接着剤 5 によって接着する。

こうして作製された固体電解コンデンサ素子の積層体 1 6 0 X は、リードフレーム上に搭載され、陽極リード電極および陰極リード電極が取り付けられた後、モールドされ、ディスクリット型の固体電解コンデンサとされる。

第 2 3 図は、リードフレームの構成を示す略斜視図であり、第 2 4 図は、リードフレームに搭載された固体電解コンデンサ素子の積層体 1 6 0 X を示す略斜視図である。

第 2 3 図および第 2 4 図に示すように、リードフレーム 1 5 は、固体電解コンデンサ素子の積層体 1 6 0 X を搭載させるべく、りん青銅製の基体が所定の形状に打ち抜き加工されたものである。リードフレーム 1 5 には、四方を囲むメインフレーム 1 5 X の中央に略帯状のアイランド部 1 5 Y が設けられており、またアイランド部 1 5 Y との直交方向には、メインフレーム 1 5 X からアイランド部 1 5 Y に向けて突出した 2 つの陽極リード部 1 6 a, 1 6 b が設けられ、さらに、これらの陽極リード部 1 6 a, 1 6 b と所定間隔を置いて平行に設けら

れ、メインフレーム 15 X とアイランド部 15 Y とをつなぐ 2 つの陰極リード部 17 a, 17 b が設けられている。

5 固体電解コンデンサ素子の積層体 160 X は、リードフレーム 15 のアイランド部 15 y 上に搭載され、アイランド部 15 y と陰極電極である導電体層部分とを、銀系の導電性接着剤を用いて接着して、固定される。粗面化処理が施されていないアルミニウム箔 3 a, 3 b の端部は、リードフレーム中に予め作製された 2 つの陽極リード部 16 a, 16 b の端部に、それぞれ重ね合わせされ、レーザスポット溶接機で溶接して、陽極リード部 16 a, 16 b と接合される。

10 さらに、リードフレーム上に固体電解コンデンサ素子が固定された後に、インジェクションまたはトランスファモールドによって、エポキシ樹脂でモールドする。

第 25 図は、ディスクリット型固体電解コンデンサの略斜視図である。

15 第 25 図に示されるように、エポキシ樹脂によってモールドされた固体電解コンデンサ素子の積層体 160 X は、リードフレームから切り離され、第 1 の導電性金属基体よりなる陽極リード部 16 a, 16 b を折り曲げて、陽極リード電極が構成される。また、第 2 の導電性金属基体よりなる陰極リード部 17 a, 17 b も折り曲げて、陰極リード電極が構成される。

20 以上説明したように、本実施態様によれば、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されているアルミニウム箔基体の一端部に、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体の一端部が接続され、さらにその他端部に、銅基体よりなる陽極リード電極が接合されているので、電気的特性に優れた固体電解コンデンサ素子を得ることができる。

また、2 つの個体電解コンデンサ素子の積層体からなる、擬似的な 4 端子型固体電解コンデンサとして構成されているので、電流経路の分割によって E S L を低減することができ、しかも初期特性値のみな

らず、ほとんど特性変化のない良好な電気的特性を有する電解コンデンサを得ることができる。

また、上記のように構成された、固体電解コンデンサ素子の積層体 160X は、陽極リード電極 16a と平行に、陰極リード電極 17a が引き出されているので、陽極リード電極を流れる電流によって発生する磁界と、陰極リード電極を流れる電流によって発生する磁界が打ち消されて、ESLの一層の低減が図られる。もう片側の陽極リード電極および陰極リード電極 17b からなる一対のリード電極対についても同様である。

さらに、2つの固体電解コンデンサ素子は、それぞれ設けられた、陽極リード電極および陰極リード電極からなる一対のリード電極対が、固体電解コンデンサ素子の積層体の重心点を中心として点対称な位置であって、対向した位置関係となるように配置されているので、固体電解コンデンサの向き、すなわちリード電極の極性に注意することなくプリント基板上に実装することができ、誤実装を防止することができる。

第26図は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサ素子ユニットの略斜視図である。

第26図に示されるように、この固体電解コンデンサ素子ユニット 10Y は、第21図および第22図に示した固体電解コンデンサ素子の積層体 10X をさらに積層して、構成されたものである。

2つの固体電解コンデンサ素子の積層体 10X, 10X' は、陰極電極 14 同士が電氣的に接続されるように、アルミニウム箔基体 2a 同士を重ね合わせ、銀系の導電性接着剤 5 により接着する。表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3a, 3b 同士は接続しない。

このように構成された固体電解コンデンサ素子ユニット 10Y は、固体電解コンデンサ素子の積層体 10X 単体の場合と同様に、リードフレーム上に搭載され、第23図に示したリードフレームの陰極リー

ド部 17a, 17b と連結した支持部 15y と、素子 10X もしくは 10X' のいずれか一方の陰極電極 14b とが、導電性接着剤 5 にて接着される。素子 10X, 10X' の各アルミニウム基体 3a, 3b は、リードフレームの陽極リード部 16a, 16b とスポット溶接等によって一体化される。その後、樹脂モールドされて、ディスクリット型固体電解コンデンサとされる。したがって、静電容量をさらに大きくすることができる。

以下、本発明の効果をより一層明らかなものとするため、実施例および比較例を掲げる。

#### 10 実施例 1

第 1 の実施態様にかかる固体電解コンデンサを、以下のようにして、作製した。

まず、粗面化処理が施され、酸化アルミニウム皮膜が形成されている厚さ 100  $\mu\text{m}$  のアルミニウム箔シートから、面積が 0.75  $\text{cm}^2$  となる所定の寸法で、アルミニウム箔を矩形状に切り出した。また、粗面化処理が施されていない厚さ 70  $\mu\text{m}$  のアルミニウム箔シートから、粗面化処理が施されているアルミニウム箔に比べて 1/4 以下の幅となる所定の寸法で、4 つのアルミニウム箔を矩形状に切り出した。これら 4 つのアルミニウム箔を、対向する 2 つの端部にそれぞれ 2 つずつ、所定間隔を空けて配置し、それぞれの一端部領域が 0.5 mm だけ重なり合うように、重ね合わせ、それぞれの一端部領域が重なり合った部分を、日本エマソン株式会社ブランソン事業本部製の 40 kHz 超音波溶接機によって、接合するとともに、電氣的に接続して、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔および粗面化処理が施されているアルミニウム箔の接合体を作製した。

以上の処理によって、粗面化処理が施されているアルミニウム箔に、4 つの粗面化処理が施されていないアルミニウム箔が接合された、固体電解コンデンサ素子用電極体を作製した。

こうして作製された電極体において、両端部に形成されている、粗

面化処理が施されていない4つのアルミニウム箔部分のうち、一端部に形成された2つの粗面化されていないアルミニウム箔の溶接接合部以外の一部分にのみ、レジストを塗布してコーティングした。

- さらに、こうして得られた電極体を、3重量%の濃度で、6.0のpHに調整されたアジピン酸アンモニウム水溶液中に、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されているアルミニウム箔が完全に浸漬されるように、アジピン酸アンモニウム水溶液中にセットした。この際、粗面化処理が施されていない4つのアルミニウム箔のうち、レジストによってコーティングされた2つのアルミニウム箔も水溶液中に浸され、またコーティングされていない2つのアルミニウム箔の一部も、粗面化処理が施されているアルミニウム箔と重なった溶接部分が、アジピン酸アンモニウム水溶液中に浸された。

- 次いで、電極体のレジスト処理されておらず、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔側を陽極とし、化成電流密度が50ないし100 mA/cm<sup>2</sup>、化成電圧が12ボルトの条件下で、アジピン酸アンモニウム水溶液中に浸漬されているアルミニウム箔の切断部端面を酸化させ、酸化アルミニウム皮膜を形成した。

- その後、電極体をアジピン酸アンモニウム水溶液から引き上げ、粗面化処理が施されているアルミニウム箔の表面上に、化学酸化重合によって、ポリピロールからなる固体高分子電解質層を形成した。

- ここに、ポリピロールからなる固体高分子電解質層は、精製した0.1モル/リットルのピロールモノマー、0.1モル/リットルのアルキルナフタレンスルホン酸ナトリウムおよび0.05モル/リットルの硫酸鉄(III)を含むエタノール水混合溶液セル中に、粗面化処理が施され、酸化アルミニウム皮膜が形成されたアルミニウム箔のみが浸漬されるように、電極体をセットし、30分間にわたって、攪拌し、化学酸化重合を進行させ、同じ操作を3回にわたって、繰り返して、生成した。その結果、最大厚さが、約50 μmの固体高分子電解質層が形成された。

さらに、こうして得られた固体高分子電解質層の表面に、カーボンペーストを塗布し、さらに、カーボンペーストの表面に、銀ペーストを塗布して、陰極電極を形成し、ペースト層が形成された後、前記塗布したレジスト層を有機溶媒にて溶解させ、レジストを除去し、粗面

5 処理が施されていない2つのアルミニウム箔を露出させた。以上の処理によって、固体電解コンデンサ素子を作製した。

上記の作業を繰り返して、このような固体電解コンデンサ素子を3個用意した。

3つの固体電解コンデンサ素子を、第8図に示したように、各部が

10 重なり合うように揃えて積層し、互いのペースト層間を導電性接着剤で接着し、一体化した。

このようにして、3つの固体電解コンデンサ素子が一体化された固体電解コンデンサ素子の積層体を作製した。

上記のように作製された、固体電解コンデンサ素子の積層体を、第

15 5図に示した所定の形状に加工されたリードフレーム上に搭載し、積層体の最下面に露出した導電体層（ペースト層）部分を、銀系の導電性接着剤を用いてリードフレーム上に接着し、表面が粗面化されていないアルミニウム箔の一端部は、それぞれNEC製YAGレーザスポット溶接機で溶接して、リードフレームの陽極リード部と一体化した。

20 リードフレーム上に固体電解コンデンサ素子の積層体が固定された後に、この積層体を、インジェクションまたはトランスファモールドによって、エポキシ樹脂でモールドした。

モールド後の固体電解コンデンサ素子の積層体を、リードフレームから切り離し、陽極リード電極および陰極リード電極を折り曲げて、

25 第7図に示すような8端子型のディスクリット型固体電解コンデンサ#1を得た。その後、既知の方法にて、固体電解コンデンサに一定の電圧を印加して、エージング処理を行い、漏れ電流を十分に低減させて、完成させた。

こうして得られた8端子型固体電解コンデンサ#1の電気的特性に



について、アジレントテクノロジー社製インピーダンスアナライザー 4194A、ネットワークアナライザー 8753Dを用いて、静電容量および $S_{21}$ 特性を測定し、得られた $S_{21}$ 特性をもとに、等価回路シミュレーションを行い、ESR、ESL値を決定した。

- 5     その結果、120Hzでの静電容量は115.0  $\mu$ Fであり、10kHzでのESRは14 m $\Omega$ であり、ESLは200 pHであった。

#### 実施例 2

第2の実施態様にかかる固体電解コンデンサを、以下のようにして、作製した。

- 10     まず、粗面化処理が施され酸化アルミニウム皮膜が形成されている厚さ100  $\mu$ mのアルミニウム箔シートから、面積が1 cm<sup>2</sup>となる所定の寸法で、アルミニウム箔を正形状に切り出した。また、粗面化処理が施されていない厚さ70  $\mu$ mのアルミニウム箔シートから、粗面化処理が施されているアルミニウム箔に比べて1/2以下の幅となる所定の寸法で、4つのアルミニウム箔を矩形状に切り出した。これら4つのアルミニウム箔を、四方の各端部にそれぞれ1つずつ、幅方向の片側寄りに揃えて配置し、それぞれの一端部領域が0.5 mm
- 15     だけ重なり合うように、重ね合わせ、それぞれの一端部領域が重なり合った部分を、日本エマソン株式会社プランソン事業本部製の40 kHz
- 20     超音波溶接機によって、接合するとともに、電氣的に接続して、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔および粗面化処理が施されているアルミニウム箔の接合体を作製した。

- 25     以上の処理によって、粗面化処理が施されているアルミニウム箔に、4つの粗面化処理が施されていないアルミニウム箔が接合された、固体電解コンデンサ素子用電極体を作製した。

こうして作製された電極体において、四方の各端部に形成されている、粗面化処理が施されていない4つのアルミニウム箔部分のうち、三方の各端部に形成された3つの粗面化されていないアルミニウム箔の溶接接合部以外の一部分にのみ、レジストを塗布してコーティング

した。

さらに、こうして得られた電極体を、3重量%の濃度で、6.0のpHに調整されたアジピン酸アンモニウム水溶液中に、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されているアルミニウム箔が完全に浸漬されるように、アジピン酸アンモニウム水溶液中にセットした。この際、粗面化処理が施されていない4つのアルミニウム箔のうち、レジストによってコーティングされた3つのアルミニウム箔も水溶液中に浸され、またコーティングされていないアルミニウム箔の一部も、粗面化処理が施されているアルミニウム箔と重なった溶接部分が、アジピン酸アンモニウム水溶液中に浸された。

次いで、電極体のレジスト処理されておらず、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔側を陽極とし、化成電流密度が50ないし100 mA/cm<sup>2</sup>、化成電圧が12ボルトの条件下で、アジピン酸アンモニウム水溶液中に浸漬されているアルミニウム箔の切断部端面を酸化させ、酸化アルミニウム皮膜を形成した。

その後、電極体をアジピン酸アンモニウム水溶液から引き上げ、粗面化処理が施されているアルミニウム箔の表面上に、化学酸化重合によって、ポリピロールからなる固体高分子電解質層を形成した。

ここに、ポリピロールからなる固体高分子電解質層は、精製した0.1モル/リットルのピロールモノマー、0.1モル/リットルのアルキルナフタレンスルホン酸ナトリウムおよび0.05モル/リットルの硫酸鉄(III)を含むエタノール水混合溶液セル中に、粗面化処理が施され、酸化アルミニウム皮膜が形成されたアルミニウム箔のみが浸漬されるように、電極体をセットし、30分間にわたって、攪拌し、化学酸化重合を進行させ、同じ操作を3回にわたって、繰り返して、生成した。その結果、最大厚さが、約50 μmの固体高分子電解質層が形成された。

さらに、こうして得られた固体高分子電解質層の表面に、カーボンペーストを塗布し、さらに、カーボンペーストの表面に、銀ペースト

を塗布して、陰極電極を形成し、ペースト層が形成された後、前記塗布したレジスト層を有機溶媒にて溶解させ、レジストを除去し、粗面化処理が施されていない3つのアルミニウム箔を露出させた。以上の処理によって、固体電解コンデンサ素子を作製した。

- 5      上記の作業を繰り返して、このような固体電解コンデンサ素子を3個用意した。

3つの固体電解コンデンサ素子を、第16図に示したように、各部が重なり合うように揃えて積層し、互いのペースト層間を導電性接着剤で接着し、一体化した。

- 10     こうして、3つの固体電解コンデンサ素子が一体化された固体電解コンデンサ素子の積層体を作製した。

- 15     上記のように作製された、固体電解コンデンサ素子の積層体を、第13図に示した所定の形状に加工されたリードフレーム上に搭載し、積層体の最下面に露出した導電体層（ペースト層）部分を、銀系の導電性接着剤を用いてリードフレーム上に接着し、表面が粗面化されていないアルミニウム箔の一端部は、それぞれNEC製YAGレーザスポット溶接機で溶接して、リードフレームの陽極リード部と一体化した。

- 20     リードフレーム上に固体電解コンデンサ素子の積層体が固定された後に、この積層体を、インジェクションまたはトランスファモールドによって、エポキシ樹脂でモールドした。

- 25     モールド後の固体電解コンデンサ素子の積層体を、リードフレームから切り離し、陽極リード電極および陰極リード電極を折り曲げて、第15図に示すような8端子型のディスクリット型固体電解コンデンサ#2を得た。その後、既知の方法にて、固体電解コンデンサに一定の電圧を印加して、エージング処理を行い、漏れ電流を十分に低減させて、完成させた。

こうして作製された8端子型の固体電解コンデンサ#2の電気的特性を、実施例1と同様の手法で評価した。

その結果、 $120\text{ Hz}$ での静電容量は $115.0\text{ }\mu\text{ F}$ であり、 $100\text{ kHz}$ でのESRは $14\text{ m}\Omega$ であり、ESLは $180\text{ pH}$ であった。

#### 比較例 1

銅箔シートから、 $0.5\text{ cm}\times 1\text{ cm}$ の寸法で切り出された厚さ  
5  $60\text{ }\mu\text{ m}$ の銅箔と、アルミニウム箔シートから、 $1\text{ cm}\times 1\text{ cm}$ の寸法  
で切り出された粗面化処理が施されていない厚さ $60\text{ }\mu\text{ m}$ のアルミニ  
ウム箔を、それぞれの一端部領域が $1\text{ mm}$ だけ重なり合うように、重  
ね合わせ、それぞれの端部領域が重なり合った部分を、日本エマソン  
株式会社ブランソン事業本部製の $40\text{ kHz}$ 超音波溶接機によって、  
10 接合するとともに、電氣的に接続して、銅箔と粗面化処理が施されて  
いないアルミニウム箔の接合体を形成した。

次いで、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されて  
いる厚さ $100\text{ }\mu\text{ m}$ のアルミニウム箔シートから、 $1\text{ cm}\times 1.5\text{ c}$   
mの寸法でアルミニウム箔を切り出し、その端部領域が、粗面化され  
15 ていないアルミニウム箔の他端部領域と $1\text{ mm}$ だけ重なり合うように、  
重ね合わせ、それぞれの端部領域が重なり合った部分を、超音波溶接  
機によって、接合するとともに、電氣的に接続して、銅箔、粗面化処  
理が施されていないアルミニウム箔、酸化アルミニウム皮膜が形成さ  
れ、粗面化処理が施されているアルミニウム箔の接合体を形成した。

20 以上の処理によって、銅箔、粗面化処理が施されていないアルミニ  
ウム箔、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されてい  
るアルミニウム箔の順に接合されている2端子型固体電解コンデンサ  
素子用電極体を作製した。

25 このようにして得られた2端子型固体電解コンデンサ素子用電極体  
を、実施例1と略同様に加工し、第27図に示すようなリードフレー  
ム15上に設置して、第28図に示すようなディスクリット型の2端  
子型固体電解コンデンサのサンプル#3を作製した。

こうして得られた固体電解コンデンササンプル#3の電氣的特性を、  
実施例1と同様の手法で評価した。

その結果、 $120\text{ Hz}$ での静電容量は $150\text{ }\mu\text{ F}$ であり、 $\text{ESR}$ は $45\text{ m}\Omega$ であった。 $\text{ESL}$ は $1500\text{ p H}$ であった。

実施例 1、実施例 2 ならびに比較例 1 から、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されているアルミニウム基体と、粗面化  
5 処理が施されていないアルミニウム基体と、銅基体とが接合されて、  
作製された固体電解コンデンサのサンプル # 1 および # 2 は、箔間の  
接合方法、電気導体の材質および使用する固体高分子化合物の種類の  
いかににかかわらず、静電容量特性、 $\text{ESR}$  特性および  $\text{ESL}$  特性の  
いずれも良好であり、一方、比較例 1 にかかる固体電解コンデンサの  
10 サンプル # 3 にあっては、 $\text{ESR}$  特性および  $\text{ESL}$  特性が劣っており、  
特に  $\text{ESL}$  特性が著しく劣っていることが判明した。

### 実施例 3

固体高分子電解質層を有する固体電解コンデンサを、以下のように  
15 して、作製した。

まず、粗面化処理が施され、酸化アルミニウム皮膜が形成されている厚さ $100\text{ }\mu\text{ m}$ のアルミニウム箔シートから、面積が $0.2\text{ cm}^2$ となる所定の寸法で、アルミニウム箔を矩形状に切り出した。また、粗面化処理が施されていない厚さ $60\text{ }\mu\text{ m}$ のアルミニウム箔シートから、粗面化処理が施されているアルミニウム箔に比べて $1/2$ 以下の幅となる所定の寸法で、アルミニウム箔を矩形状に切り出した。  
20

次いで、粗面化処理が施されているアルミニウム箔に、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔を、その一端部領域が $0.5\text{ mm}$ だけ重なり合うように、幅方向の一端部寄りに揃えつつ、重ね合わせ、  
25 それぞれの一端部領域が重なり合った部分を、超音波溶接機によって、  
接合するとともに、電氣的に接続して、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔および粗面化処理が施されているアルミニウム箔の接合体を作製した。

以上の処理によって、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔

と粗面化処理が施されているアルミニウム箔が接合されている固体電解コンデンサ用電極体を作製した。

さらに、こうして得られた電極体を、3重量%の濃度で、6.0のpHに調整されたアジピン酸アンモニウム水溶液中に、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されているアルミニウム箔が完全に浸漬されるように、アジピン酸アンモニウム水溶液中にセットした。この際、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔の一部も、アジピン酸アンモニウム水溶液中に浸された。

次いで、電極体のレジスト処理されておらず、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔側を陽極とし、化成電流密度が50ないし100 mA/cm<sup>2</sup>、化成電圧が12ボルトの条件下で、アジピン酸アンモニウム水溶液中に浸漬されているアルミニウム箔の切断部端面を酸化させ、酸化アルミニウム皮膜を形成した。

その後、電極体をアジピン酸アンモニウム水溶液から引き上げ、粗面化処理が施されているアルミニウム箔の表面上に、化学酸化重合によって、ポリピロールからなる固体高分子電解質層を形成した。

ここに、ポリピロールからなる固体高分子電解質層は、精製した0.1モル/リットルのピロールモノマー、0.1モル/リットルのアルキルナフタレンスルホン酸ナトリウムおよび0.05モル/リットルの硫酸鉄(III)を含むエタノール水混合溶液セル中に、粗面化処理が施され、酸化アルミニウム皮膜が形成されたアルミニウム箔のみが浸漬されるように、電極体をセットし、30分間にわたって、攪拌し、化学酸化重合を進行させ、同じ操作を3回にわたって、繰り返して、生成した。その結果、最大厚さが、約50 μmの固体高分子電解質層が形成された。

さらに、こうして得られた固体高分子電解質層の表面に、カーボンペーストを塗布し、さらに、カーボンペーストの表面に、銀ペーストを塗布して、陰極電極を形成し、2端子型の固体電解コンデンサ素子を作製した。

上記の作業を繰り返して、このような固体電解コンデンサ素子を 4 個用意した。

そのうち、2つの固体電解コンデンサ素子を、第5図に示したように、180度対向するように並べて、ペースト層（導電体層）どうし  
5 が重なり合うように積層し、互いのペースト層間を銀-エポキシ系導電性接着剤で接着し、一体化した。

このようにして、2つの固体電解コンデンサ素子が一体化された固体電解コンデンサ素子の積層体を2個作製した。さらに、固体電解コンデンサ素子の積層体を、第10図に示すように、ペースト層が形成  
10 された陰極電極どうしが、互いに向き合うように積層し、陰極電極どうしを銀系の導電性接着剤で固定し、一体化した。このとき、陽極電極どうしは接合しない。

上記のように形成された、固体電解コンデンサ素子ユニットを、第7図に示した所定の形状に加工されたリードフレーム上に搭載し、銀  
15 系の導電性接着剤を用いてリードフレーム上にペースト層（導電体層）を接着し、各陽極電極は、それぞれNEC製YAGレーザスポット溶接機で溶接して、リードフレームと一体化した。

リードフレーム上に固体電解コンデンサ素子ユニットが固定された後に、インジェクションまたはトランスファモールドによって、エポ  
20 キシ樹脂でモールドした。

モールド後の固体電解コンデンサ素子ユニットを、リードフレームから切り離し、陽極リード電極および陰極リード電極を折り曲げて、  
第25図に示すようなディスクリット型固体電解コンデンサ#4を得た。その後、既知の方法にて、固体電解コンデンサに一定の電圧を印  
25 加して、エージング処理を行い、漏れ電流を十分に低減させて、完成させた。

こうして得られた3端子型固体電解コンデンサ#4の電気的特性について、アジレントテクノロジー社製インピーダンスアナライザー4194A、ネットワークアナライザー8753Dを用いて静電容量お

よび $S_{21}$ 特性を測定し、得られた $S_{21}$ 特性をもとにして等価回路シミュレーションを行い、ESR、ESL値を決定した。

その結果、120 Hzでの静電容量は115.0  $\mu$ Fであり、100 kHzでのESRは14 m $\Omega$ であり、ESLは15 pHであった。

## 5 比較例 2

酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されている厚さ100  $\mu$ mのアルミニウム箔シートから、アルミニウム箔を7 mm  $\times$  4 mmの寸法で切り出し、粗面化処理が施されていない厚さ60  $\mu$ mのアルミニウム箔を2 mm  $\times$  4 mmの寸法で切り出し、それぞれの一端部領域が0.5 mmだけ重なり合うように、重ね合わせ、それぞれの端部領域が重なり合った部分を、超音波溶接機によって、接合するとともに、電氣的に接続して、粗面化処理が施されたアルミニウム箔と粗面化処理が施されていないアルミニウム箔の接合体を形成した。

以上の処理によって、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔と、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されているアルミニウム箔が接合されている2端子型固体電解コンデンサ素子用電極体を作製した。

このようにして得られた2端子型固体電解コンデンサ素子用電極体を、比較例1と略同様に加工し、第27図に示すようなリードフレーム上に設置して、第28図に示したようなディスクリット型の2端子型固体電解コンデンサのサンプル#5を作製した。

こうして得られた固体電解コンデンササンプル#5の電氣的特性を、実施例1と同様の手法で評価した。

その結果、120 Hzでの静電容量は100  $\mu$ Fであり、100 kHzでのESRは45 m $\Omega$ 、ESLは1500 pHであった。

実施例3ならびに比較例2から、粗面化処理が施され、酸化アルミニウム皮膜が形成されているアルミニウム基体と、粗面化処理が施されていないアルミニウム基体と、銅基体とが接合されて、作製された固体電解コンデンサのサンプル#4は、箔間の接合方法、電氣導体の



材質および使用する固体高分子化合物の種類のかんにかかわらず、静電容量特性、E S R 特性およびE S L 特性のいずれも良好であり、一方、比較例 1 にかかる固体電解コンデンサのサンプル # 5 にあっては、E S R 特性およびE S L 特性が劣っており、特にE S L 特性が著

5 しく劣っていることが判明した。

本発明は、以上の実施態様および実施例に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

10 たとえば、上述した第 1 の実施態様においては、固体電解コンデンサ素子の両端部からそれぞれ 2 組のリード電極対を引き出し、また第 2 の実施態様においては、固体電解コンデンサ素子の四方の端部からそれぞれ 1 組のリード電極対を引き出しているが、これらに限定されるものではなく、固体電解コンデンサ素子の少なくとも一端部側から、

15 少なくとも 1 組のリード電極対が引き出されていればよく、かかる構成によれば、互いに隣り合う陽極リード電極および陰極リード電極を流れる電流によって生ずる磁場が相殺されるから、固体電解コンデンサのE S Lを低減させることが可能である。

また前記実施態様においては、リード電極対を構成する陽極リード

20 電極および陰極リード電極が、表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 の重心点を中心として点対称の位置関係となるように配置されているが、対向する 2 つの端部にそれぞれ設けられた 2 組のリード電極対が、その中心線を軸として線対称の位置関係となるように配置されていても構わない。すなわち、表面が粗面化されたアルミニウム箔基

25 体の対向する 2 つの端部に、それぞれ 1 組のリード電極対が設けられている場合に、一方のリード電極対の陽極リード電極と対向する位置に、他方のリード電極対の陽極リード電極が配置されていても構わない。

また、前記実施態様においては、弁金属基体 2、3 として、アルミ

ニウムが用いられているが、アルミニウムに代えて、アルミニウム合金、または、タンタル、チタン、ニオブ、ジルコニウムもしくはこれらの合金などによって、弁金属基体 2、3 を形成することもできる。

- 5 さらに、前記実施態様においては、リード電極を構成すべき金属導体として、りん青銅が用いられているが、りん青銅に代えて、他の銅合金、または、真鍮、ニッケル、亜鉛、クロムもしくはこれらの合金によって、金属導体を形成することもできる。

- 10 さらに、前記実施態様においては、表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 と、表面が粗面化されていないアルミニウム基体 3 とを、超音波溶接によって、接合するとともに、表面が粗面化されていないアルミニウム基体 3 と、リードフレーム 15 の陽極リード部 16 とを、超音波溶接によって、接合しているが、これらの接合部の双方を、あるいは、一方を、超音波溶接に代えて、コールドウェルディング（冷間圧接）によって、接合し、接合部を形成するようにしてもよい。

- 15 また、前記実施態様においては、アルミニウム基体 2 の比表面積を増大させるべく、その表面が粗面化される場合を例に説明したが、本発明においてアルミニウム基体 2 が粗面化されていることは必ずしも必要ではない。

- 20 また、前記実施態様においては、表面が粗面化されたアルミニウム箔基体 2 に、表面が粗面化されていないアルミニウム箔基体 3 a, 3 b が接合される場合を例に説明したが、本発明においてこれらは箔状でなくても構わない。例えば、より厚みのあるフレーム状やブロック状のものであってもよい。さらには、銅基体についても箔状に限られるものではなく、フレーム状やブロック状であってもよい。

- 25 以上説明したように、本発明によれば、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体と、弁金属箔基体に、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された固体電解コンデンサであって、インピーダンスを低減することができ、また静電容量が大きくすることが可能な固体電解コンデンサおよびその

製造方法を提供することが可能になる。

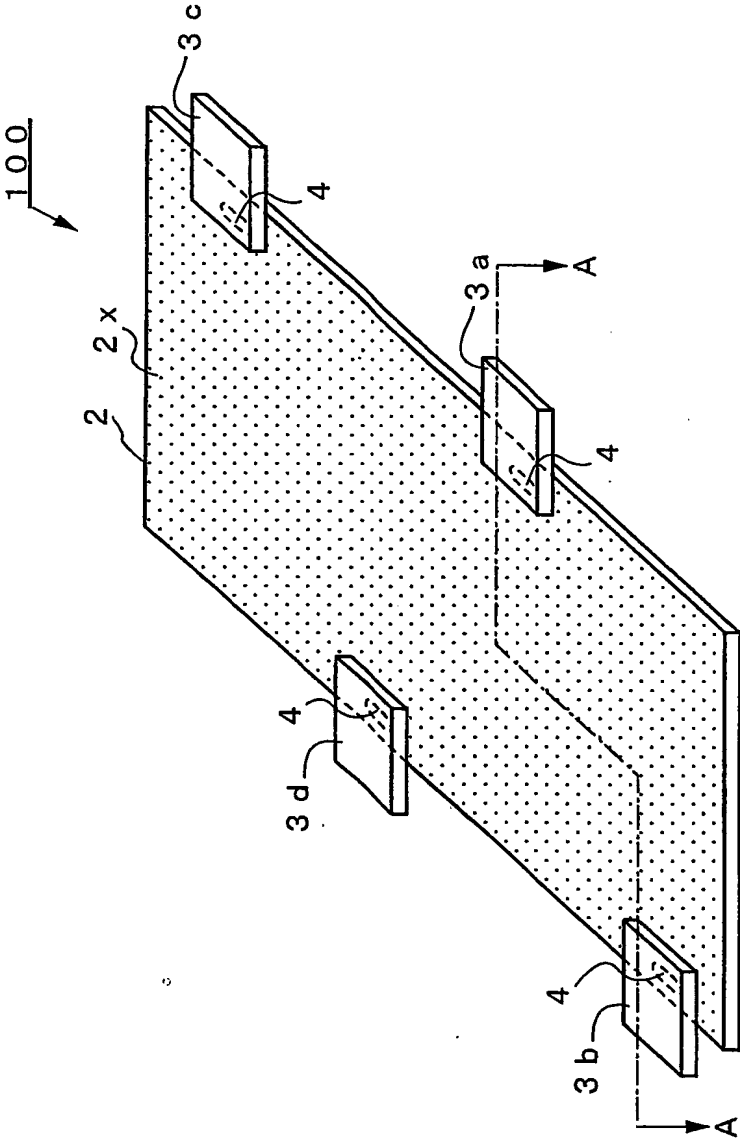
## 請求の範囲

1. 表面に絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体と、前記弁金属箔基体の少なくとも一端部側に設けられた、陽極リード電極および陰極リード電極からなる少なくとも1組のリード電極対と、前記弁金属箔基体に、少なくとも、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成されてなる陰極電極を有する固体電解コンデンサ素子を少なくとも1つ備え、前記陽極リード電極が、前記弁金属箔基体の前記少なくとも一端部に、その一端部が、弁金属間が電氣的に接続されるように、接合された、弁金属体と、前記弁金属体それぞれ他端部に、その一端部が、金属間が電氣的に接続されるように、接合された、第1の導電性金属基体を有し、前記陰極リード電極が、前記弁金属箔基体に形成された前記導電体層の一方の面に接続された第2の導電性金属基体の一部が、前記陽極リード電極と平行に引き出されたものであることを特徴とする固体電解コンデンサ。
2. 前記弁金属箔基体の対向する2つの端部それぞれに、少なくとも1組の前記リード電極対が設けられたことを特徴とする請求の範囲1に記載の固体電解コンデンサ。
3. 前記弁金属箔基体の四方の端部それぞれに、少なくとも1組の前記リード電極対が設けられたことを特徴とする請求の範囲1に記載の固体電解コンデンサ。
4. 前記陽極リード電極および前記陰極リード電極が交互に配置されるように、複数組の前記リード電極対が設けられたことを特徴とする請求の範囲1ないし3のいずれか1項に記載の固体電解コンデンサ。
5. 複数組の前記リード電極対が、前記固体電解コンデンサ素子の重心点を中心として点对称の位置関係となるように配置されていることを特徴とする請求の範囲1ないし4のいずれか1項に記載の固体電解コンデンサ。
6. 2つ以上の前記固体電解コンデンサ素子が、前記陽極リード電極

および前記陰極リード電極が同じ向きに揃えられて積層されたことを特徴とする請求の範囲 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の固体電解コンデンサ。

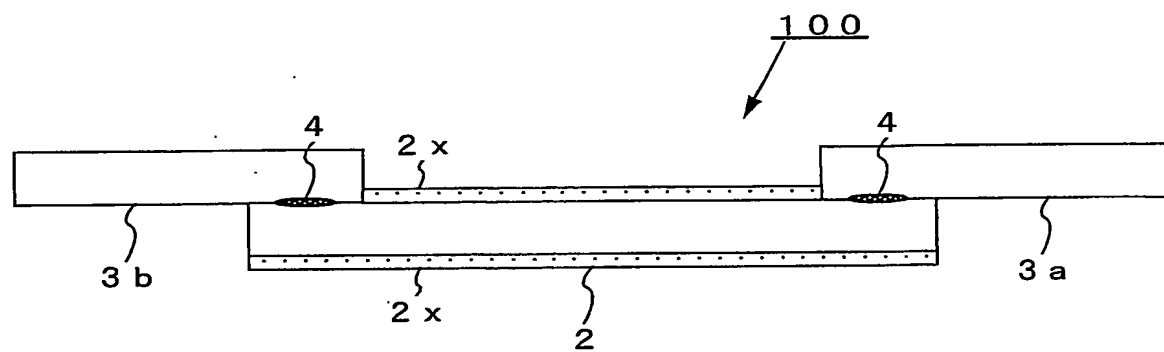
7. 表面に絶縁性酸化皮膜が形成された弁金属箔基体の少なくとも一端部に、他の弁金属体の一端部を、弁金属間が電氣的に接続されるように、接合して、固体電解コンデンサ素子用電極体を作製する工程と、前記電極体のうち、前記弁金属体の一部が陽極酸化されないようにマスキングする工程と、前記電極体のうち、前記弁金属箔基体全体と、前記マスキング処理された部分全体と、前記マスキング処理が施されていない前記弁金属体の一部が化成溶液に浸されるように、前記化成溶液に浸し、前記電極体に電圧を印加して、陽極酸化処理を施し、前記弁金属箔基体の少なくともエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成する工程と、前記弁金属箔基体の略全表面上に、固体高分子電解質層を形成する工程と、前記固体高分子電解質層上に、導電性ペーストを塗布し、乾燥して、導電体層を形成する工程と、前記弁金属体の前記マスクを除去する工程と、前記各工程を経て得られる少なくとも 1 つの固体電解コンデンサ素子を、リードフレーム上に搭載し、表面が粗面化されていない弁金属体それぞれ他端部に前記リードフレームの陽極リード部を接合して、陽極リード電極を形成するとともに、前記導電体層に前記リードフレームの陰極リード部を接続することによって、前記各陽極リード電極と平行に引き出された陰極リード電極を形成する工程とを備えたことを特徴とする固体電解コンデンサの製造方法。

第 1 図

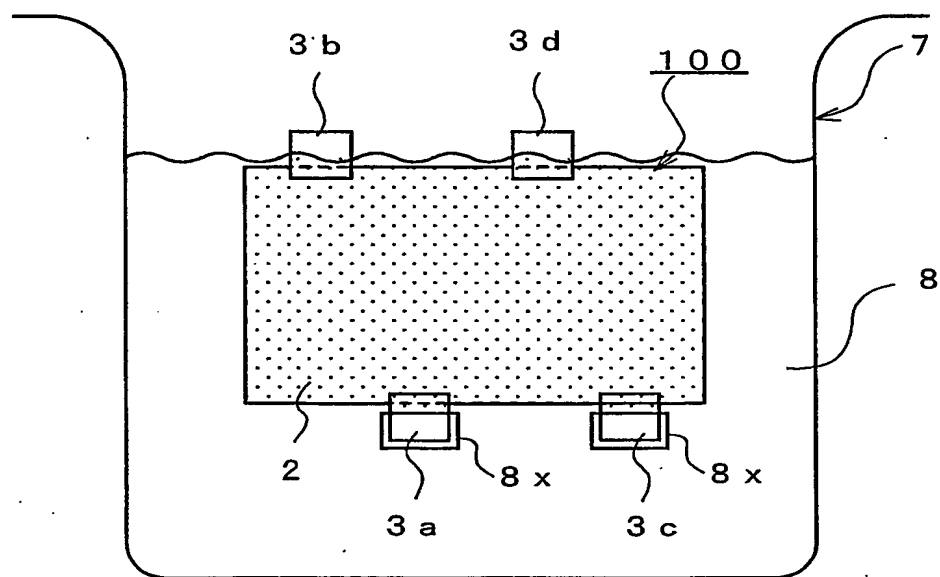


2 / 28

第 2 図

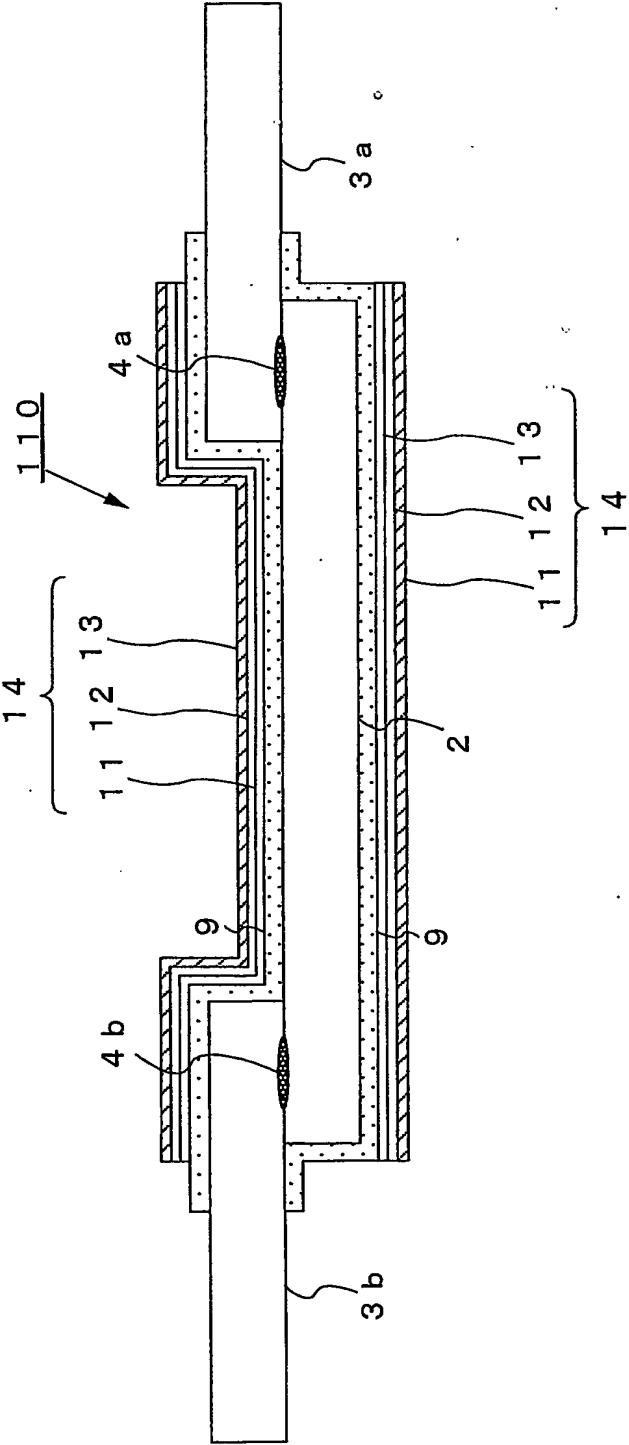


第 3 図

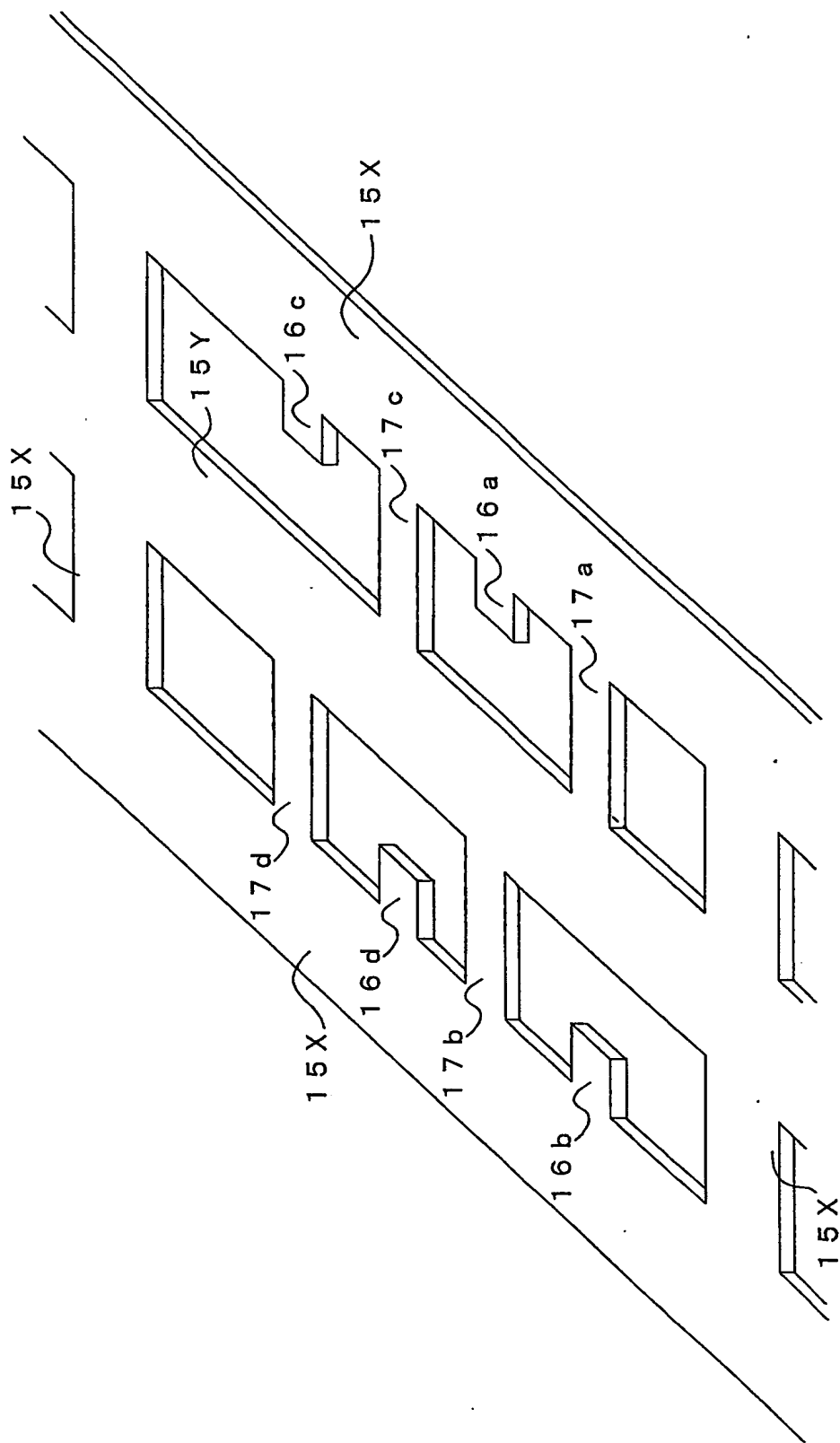


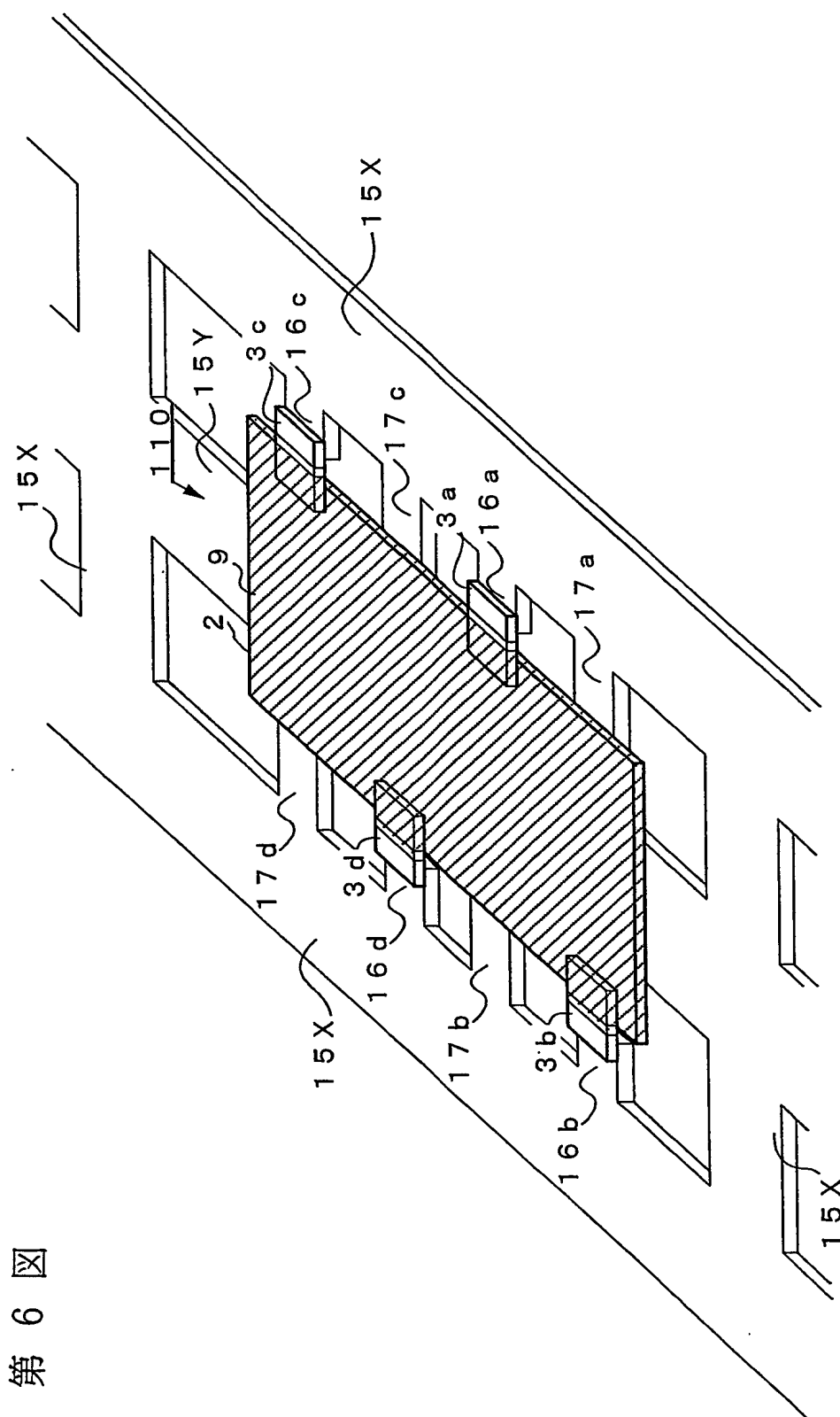


第 4 図

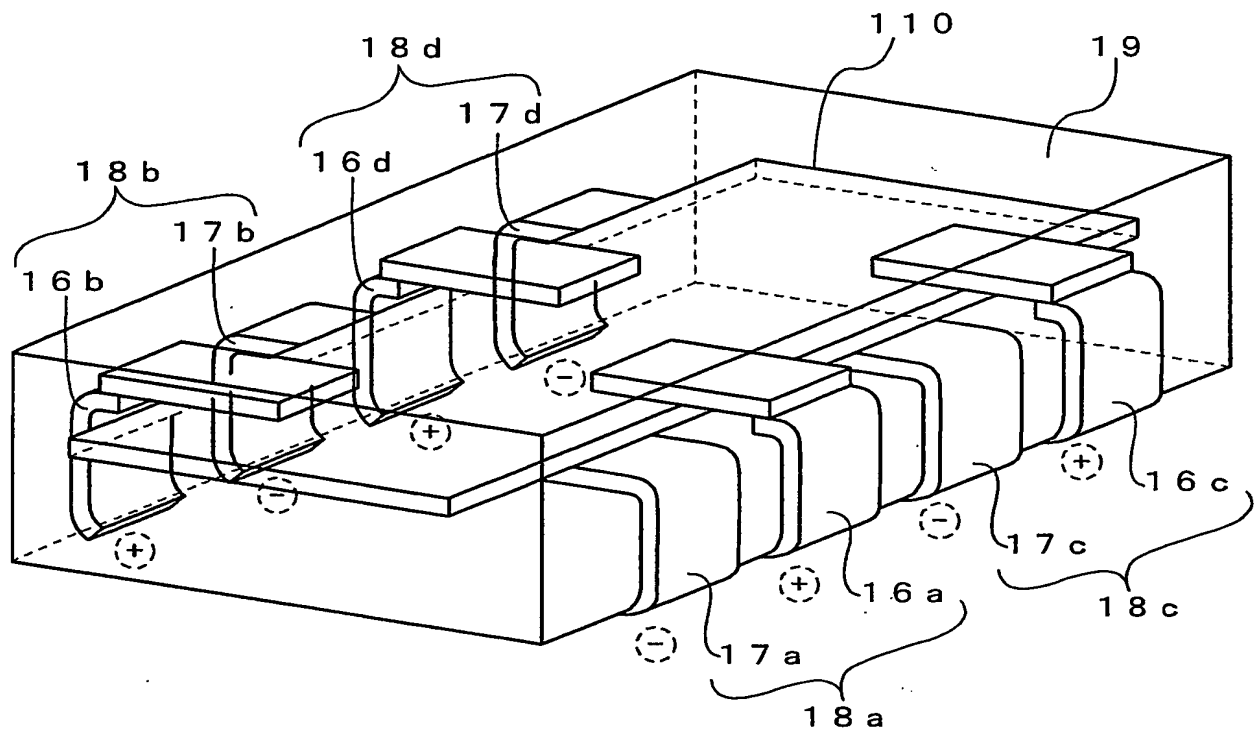


第 5 図

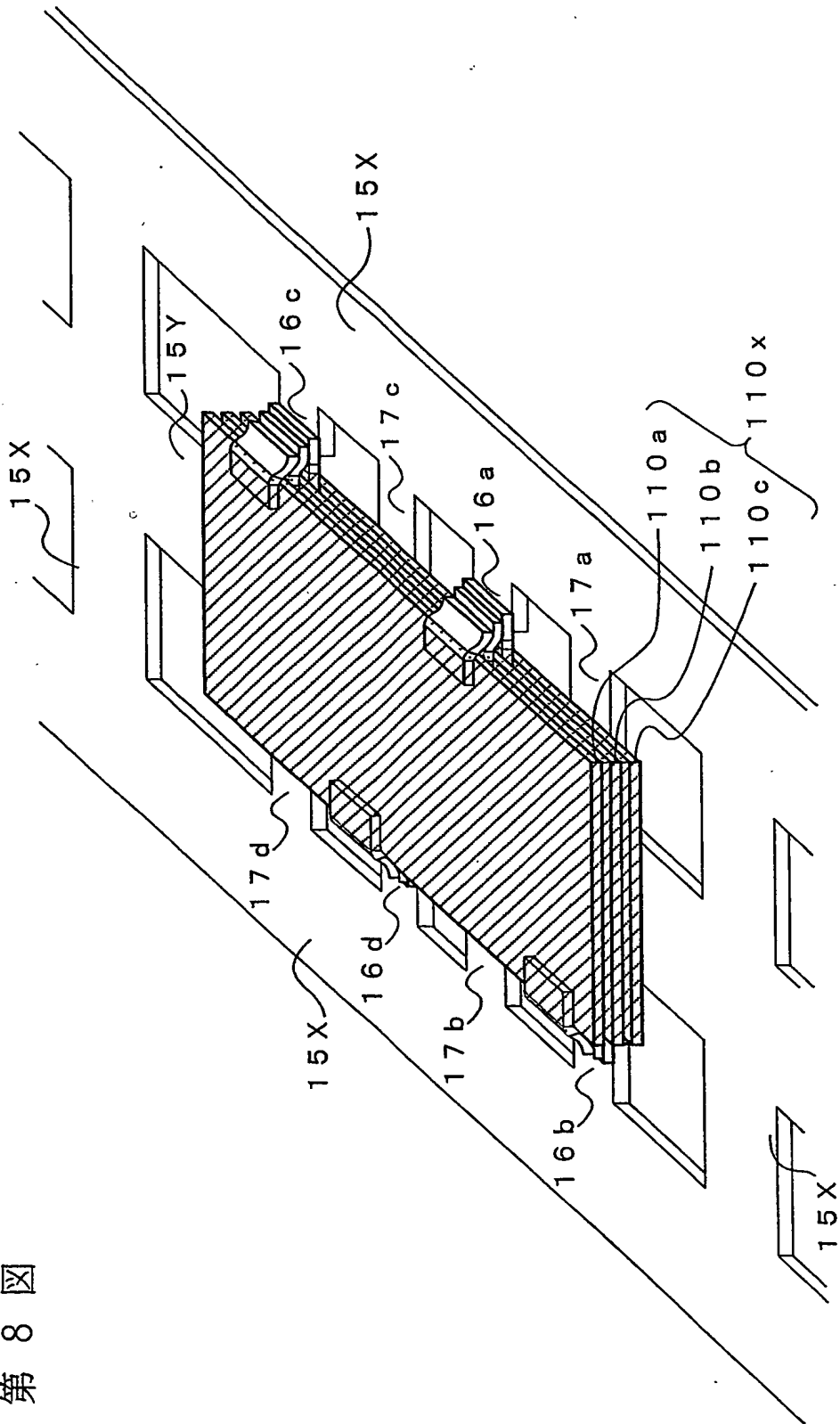




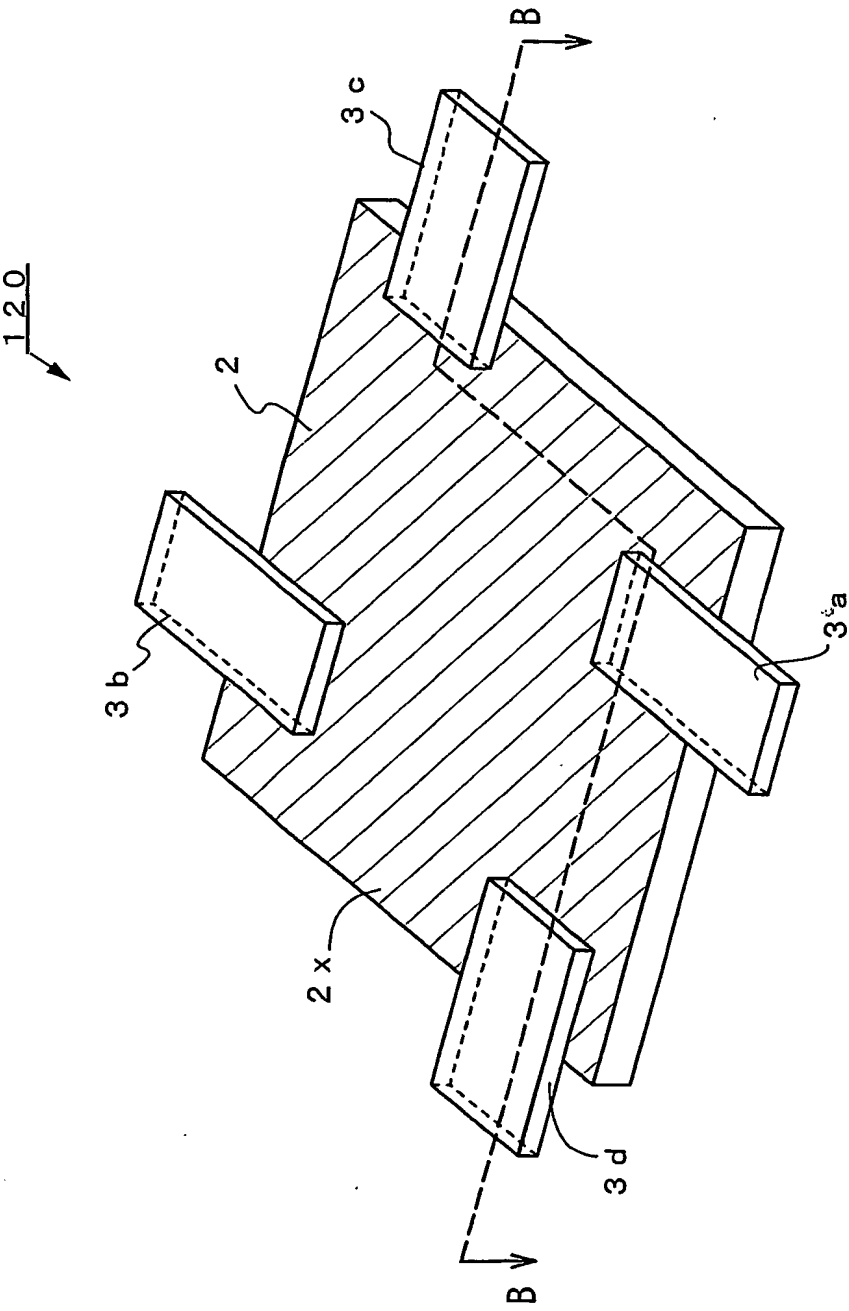
第 7 図



第 8 図

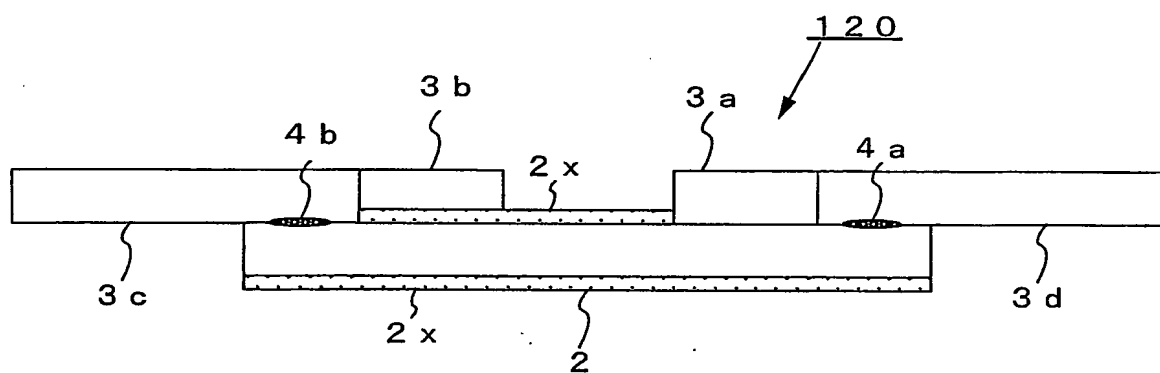


第 9 図



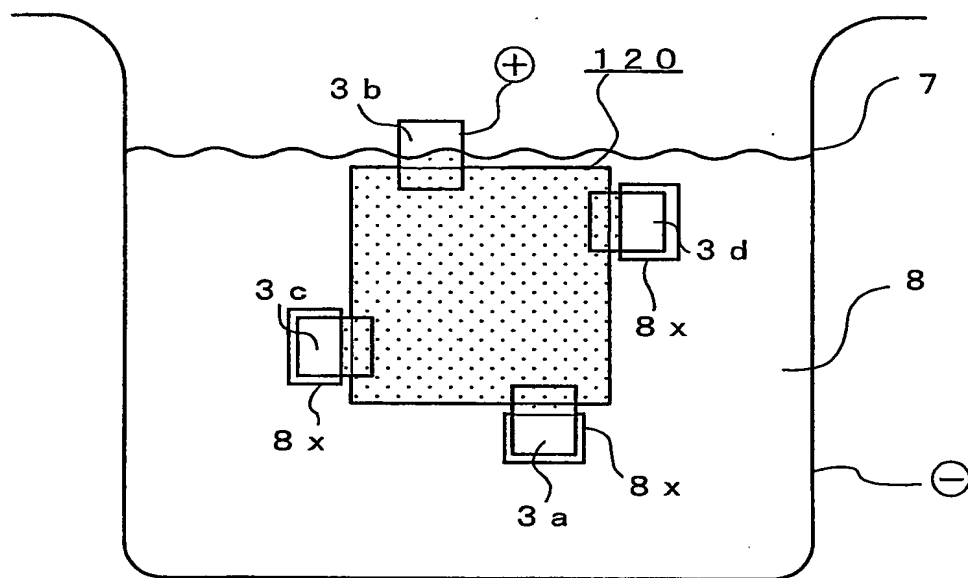
10/28

第 10 図



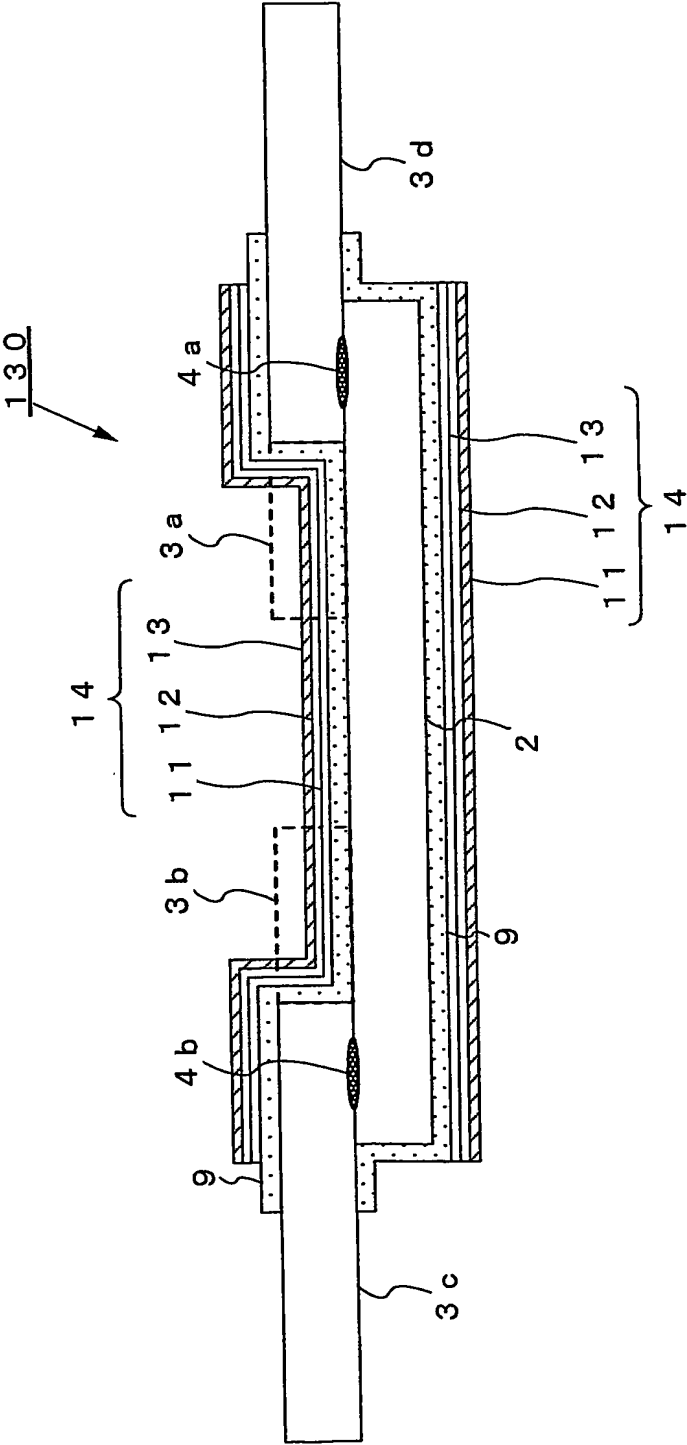
11/28

第 11 図

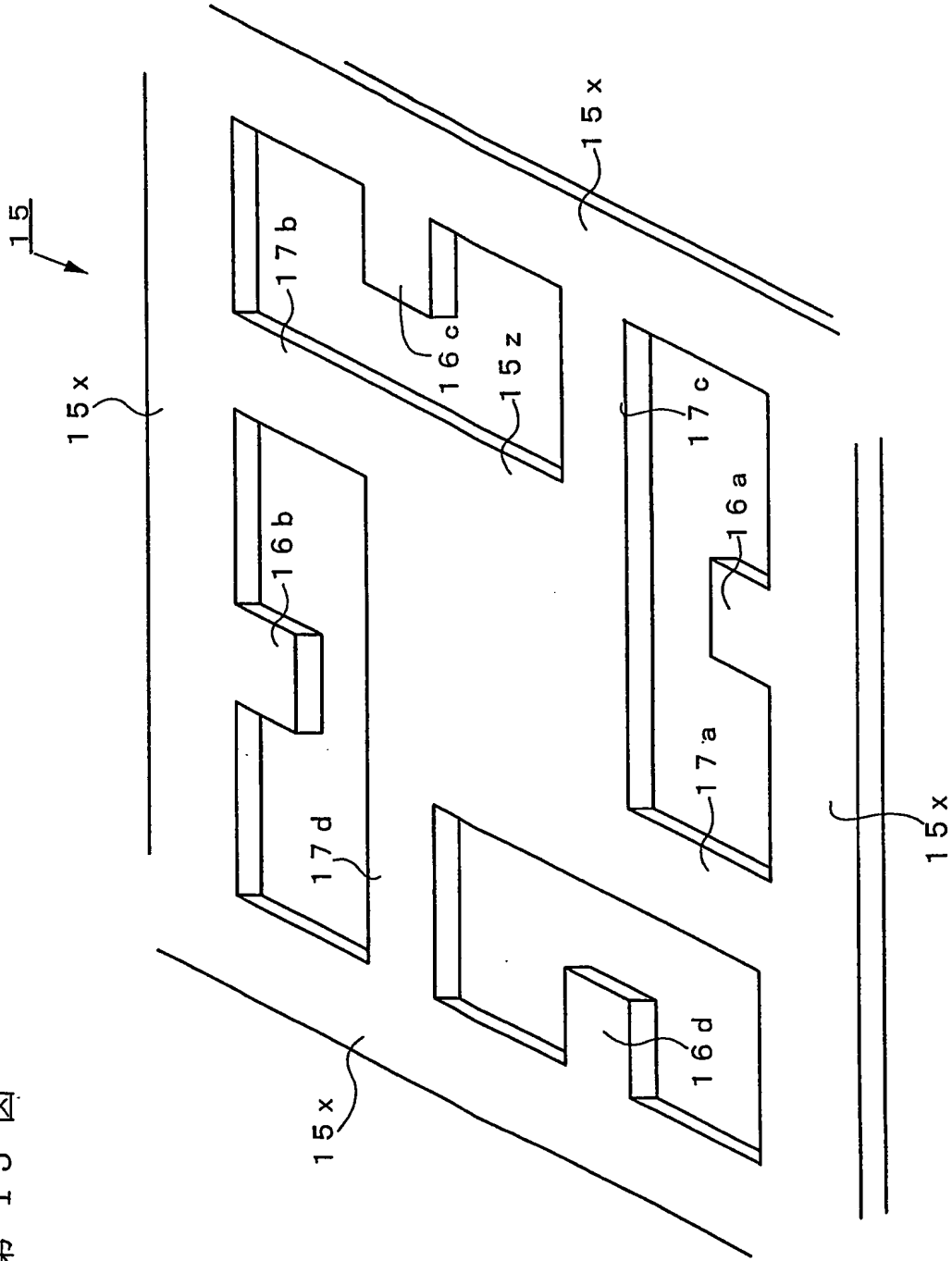




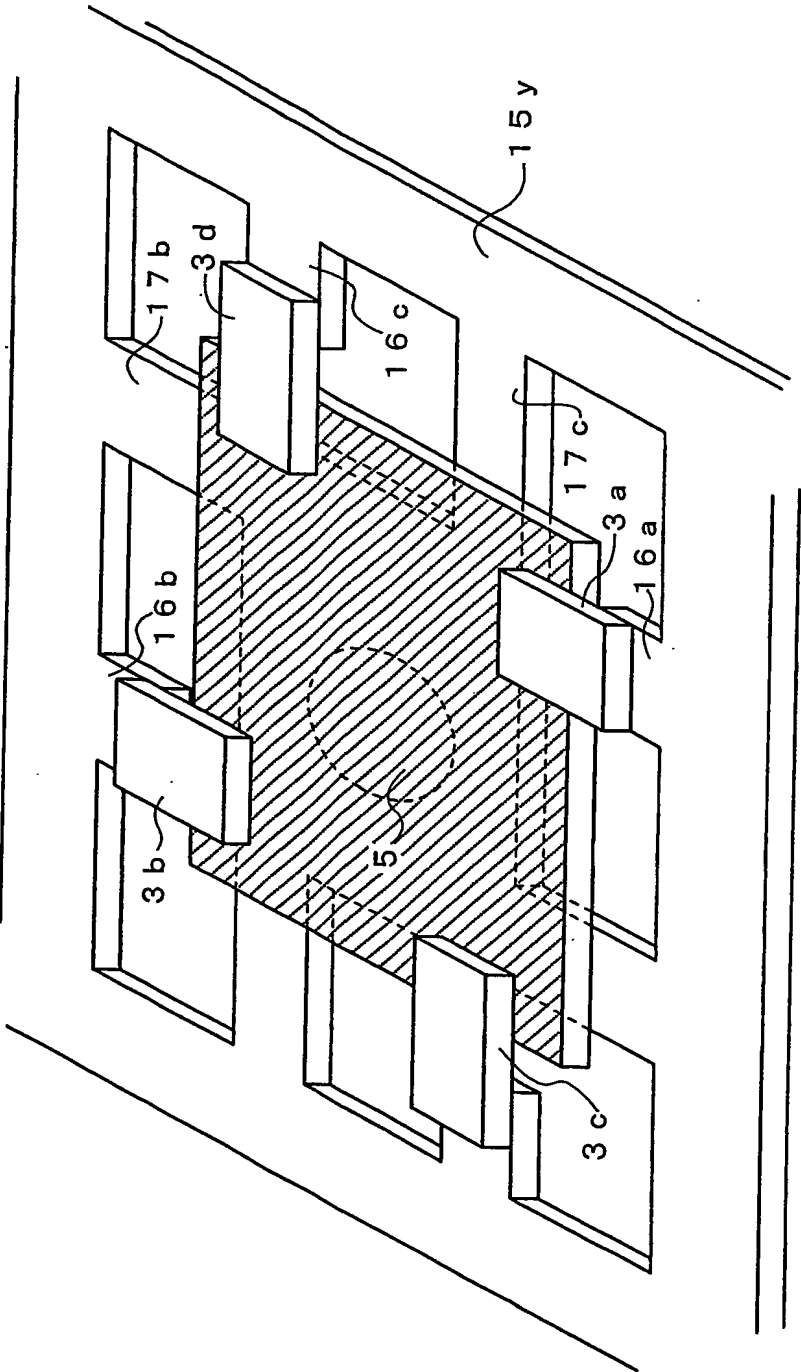
第 1 2 図



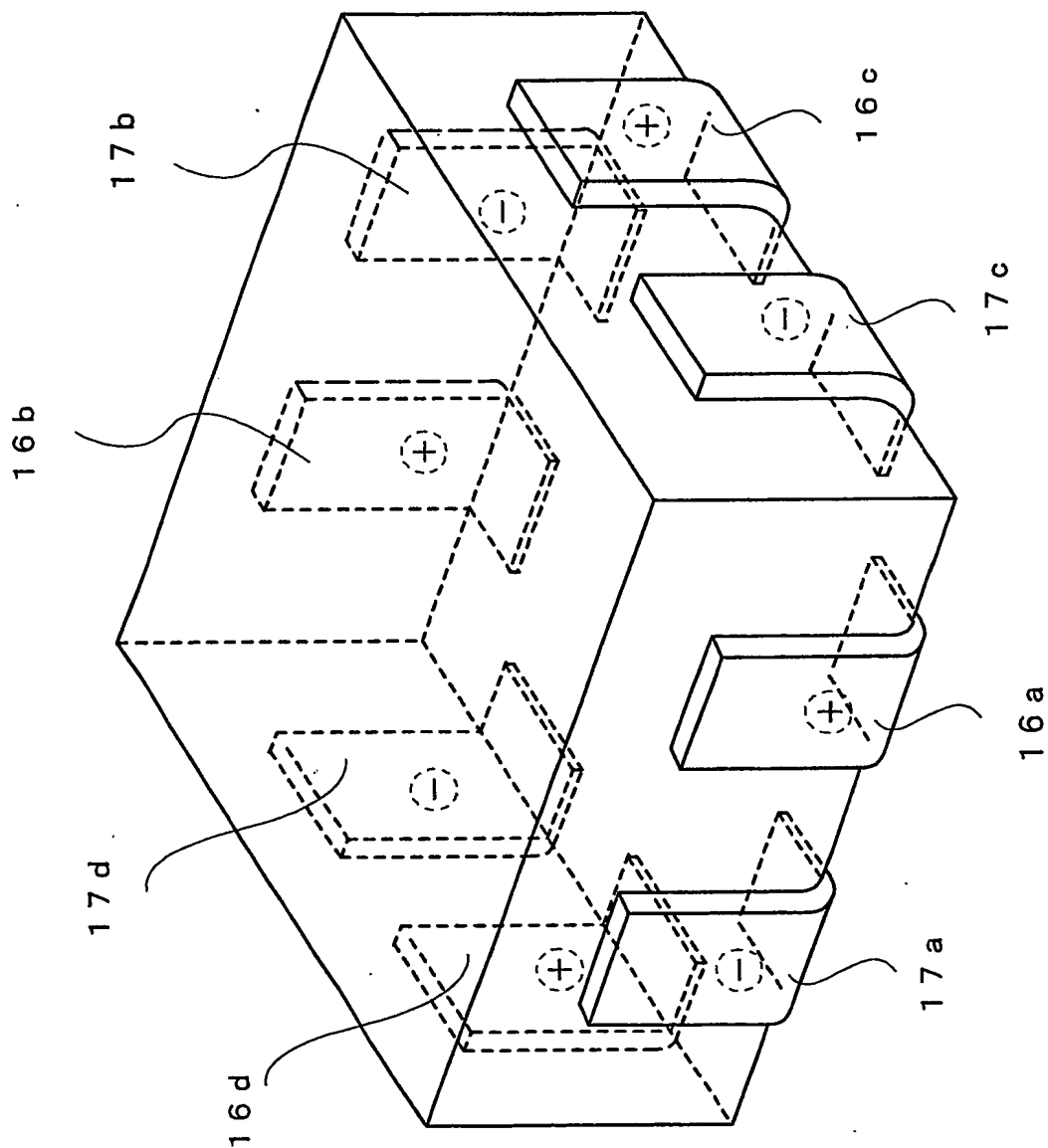
第 13 図



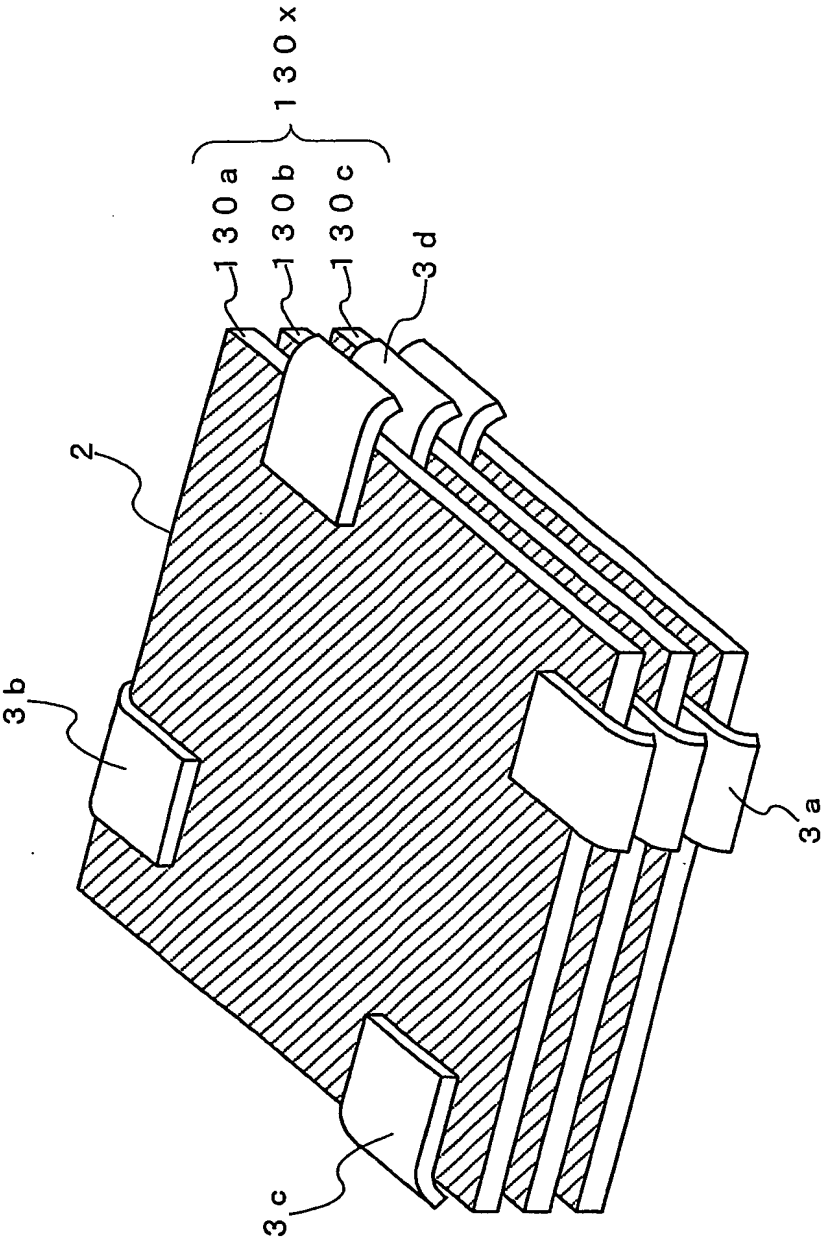
第 1 4 図



第 15 図

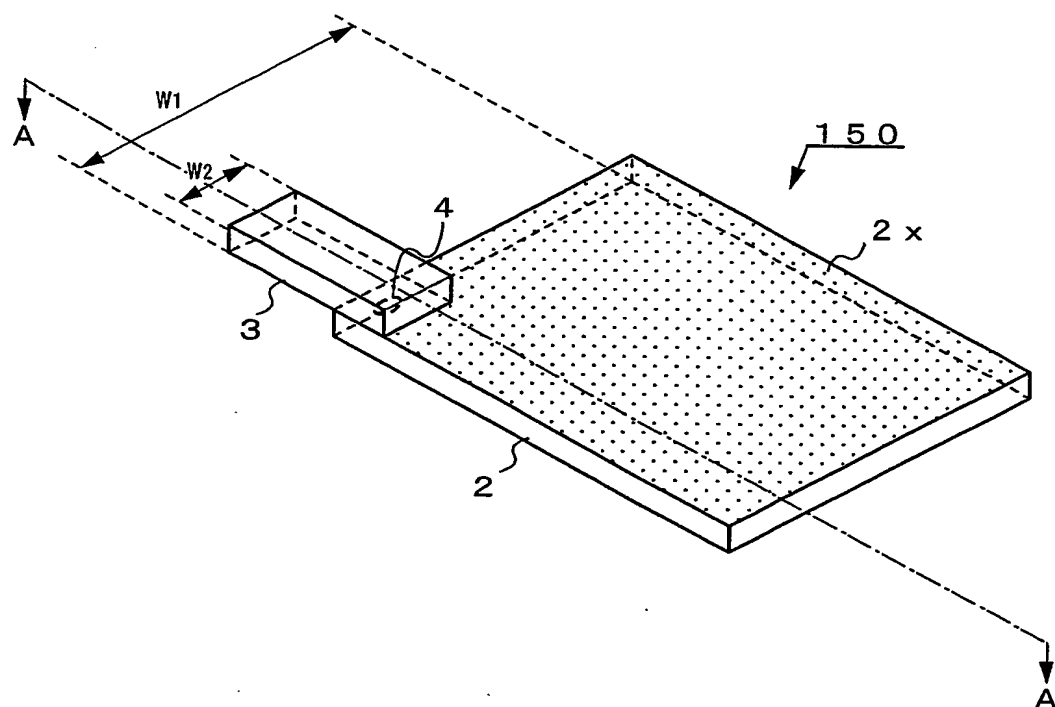


第 16 図



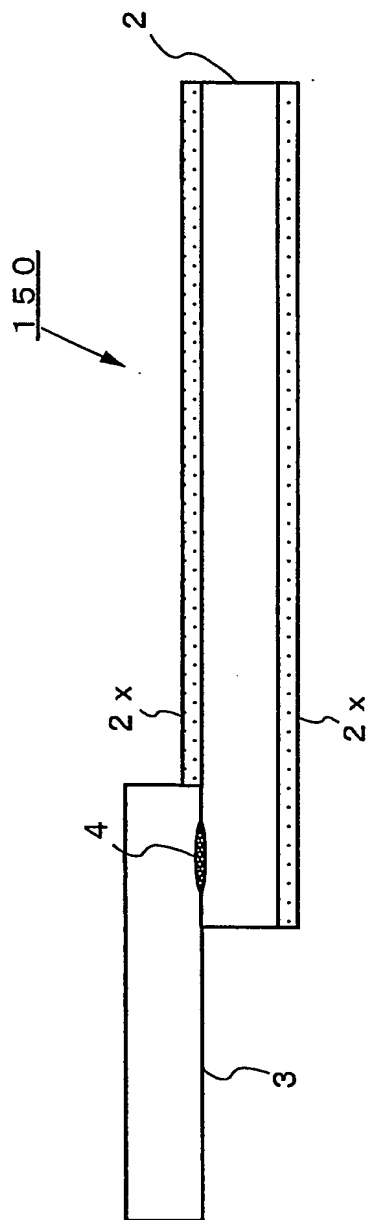
17/28

第 17 図



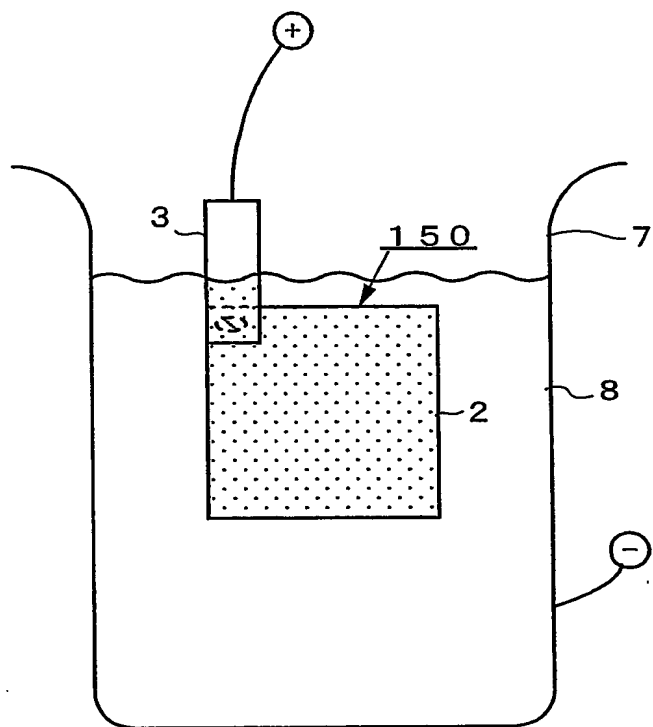
18 / 28

第 18 図



19/28

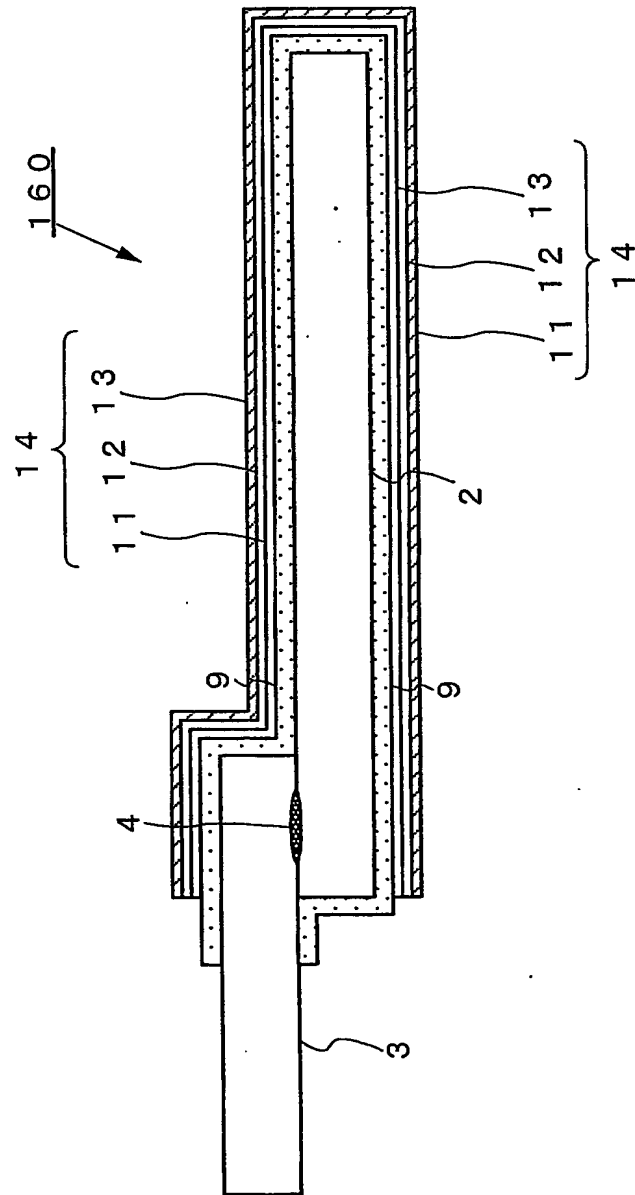
第 19 図



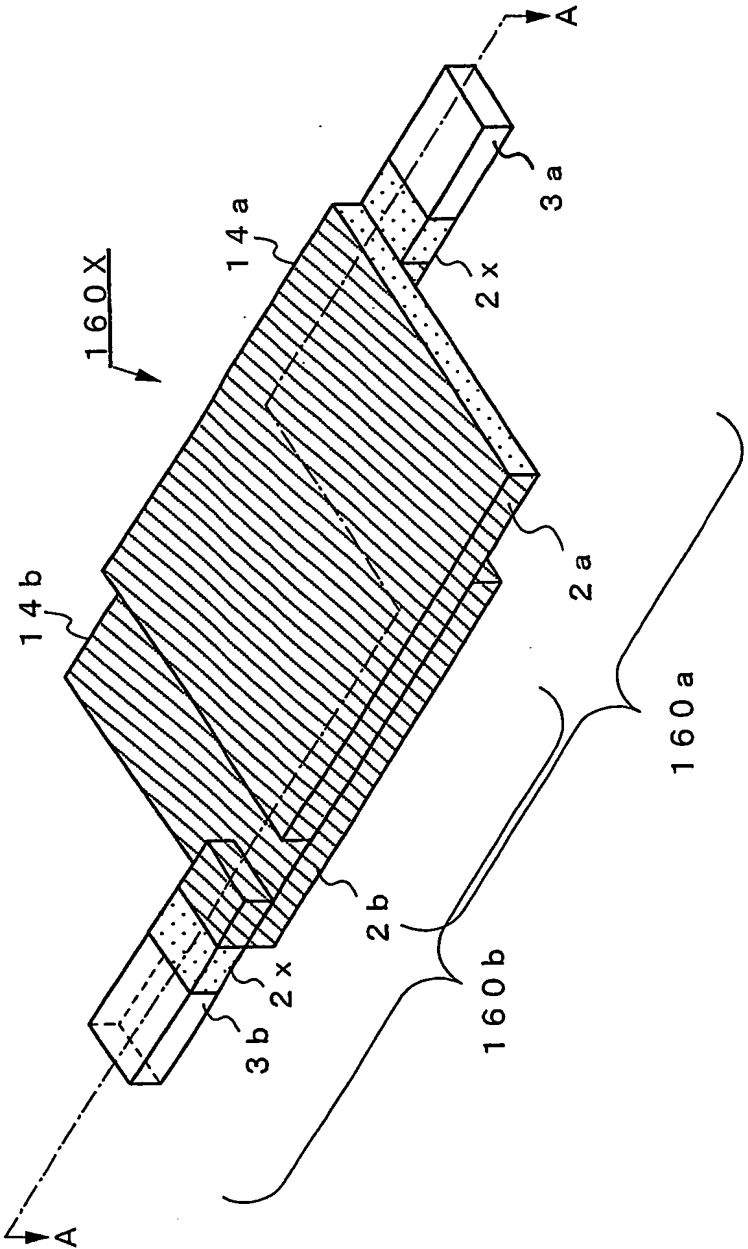


20/28

第 20 図

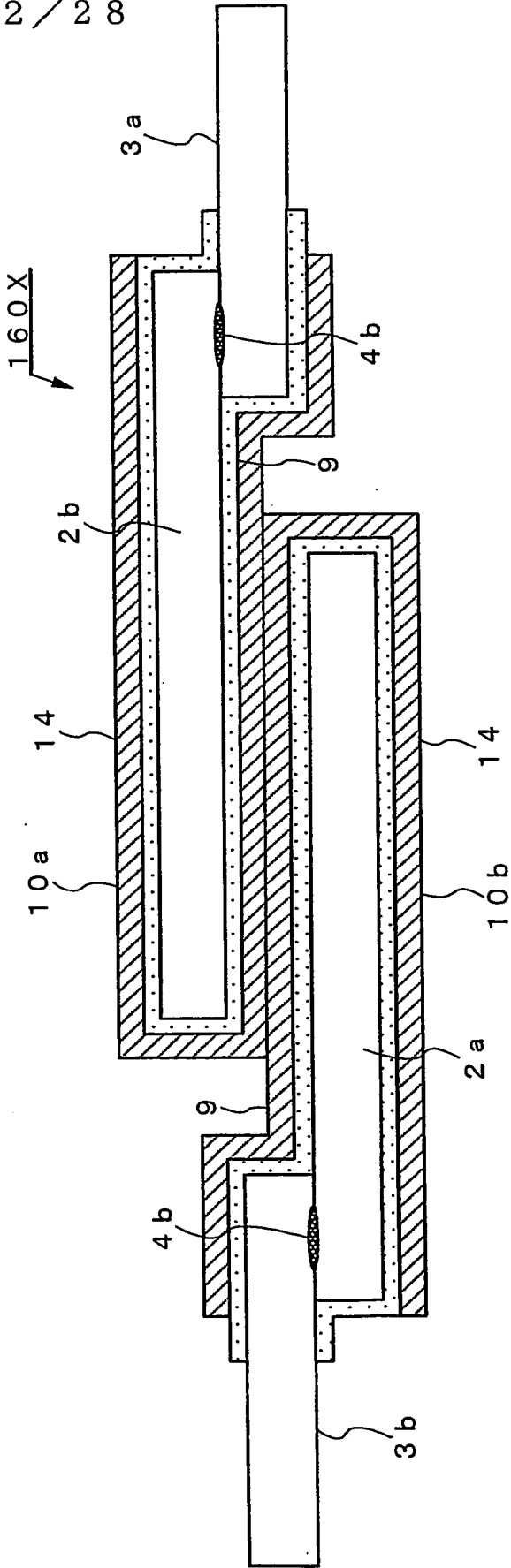


第 21 図



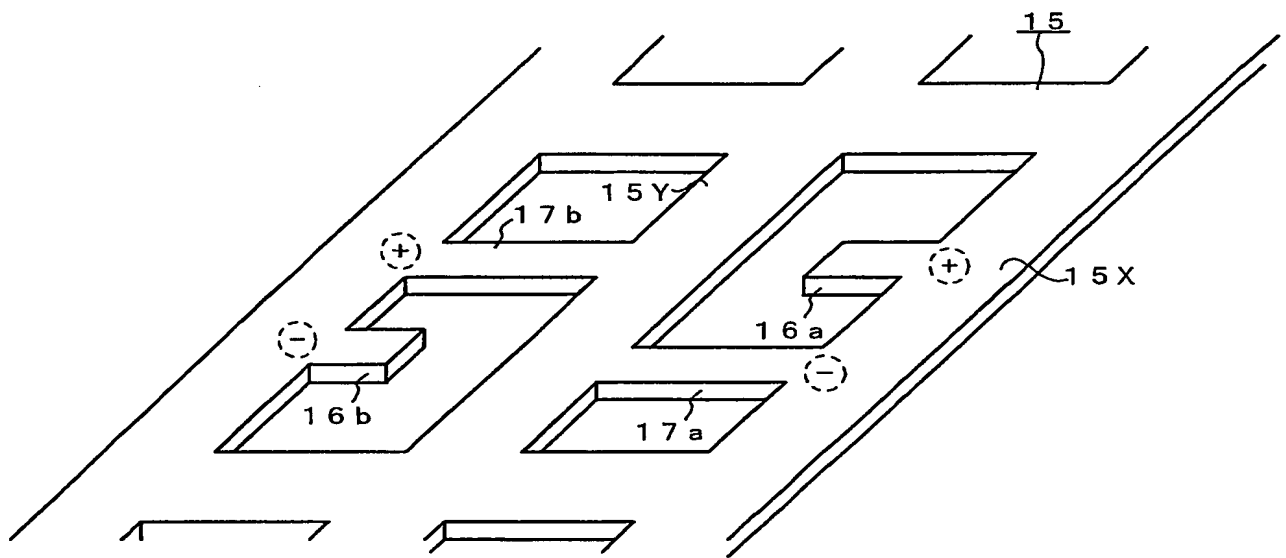
第 22 図

22 / 28



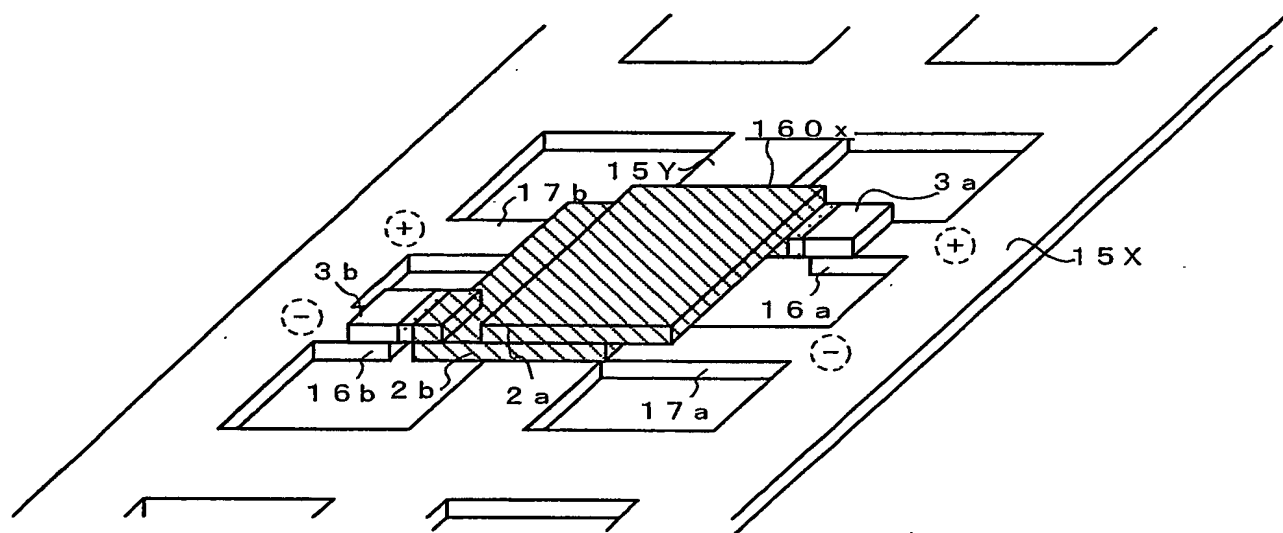
23 / 28

第 23 図

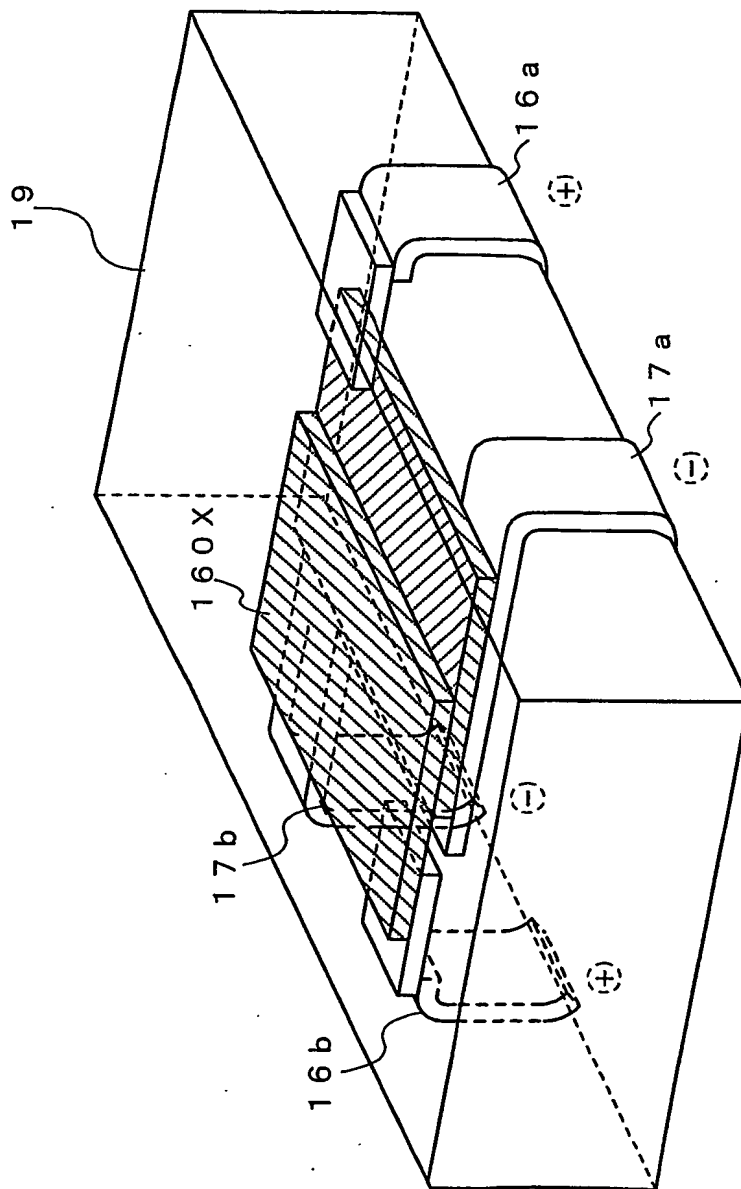


24/28

第 24 図

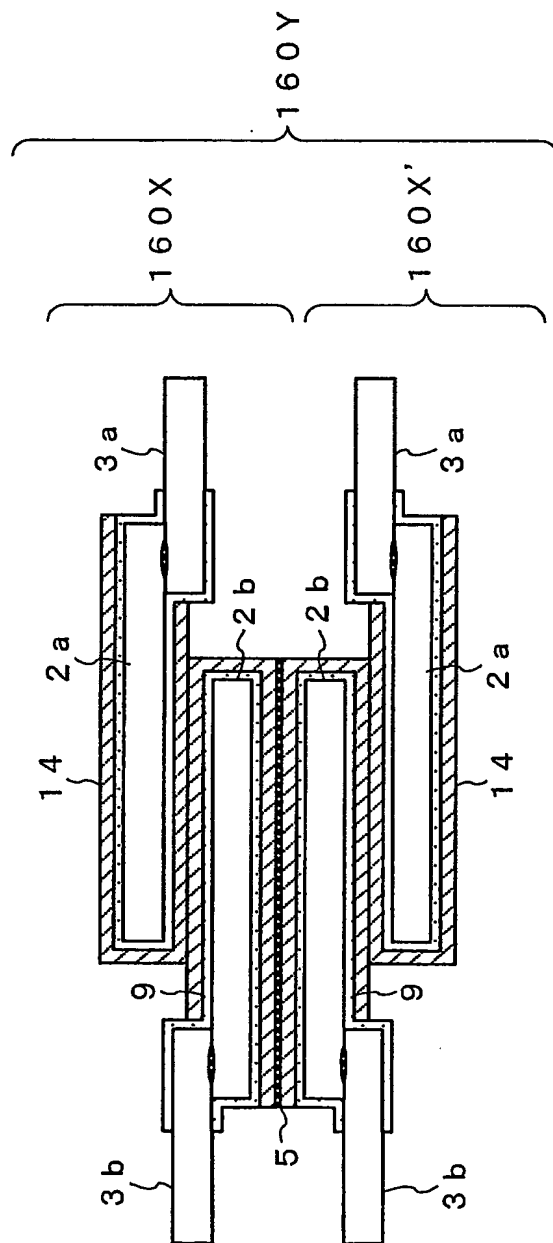


第 25 図

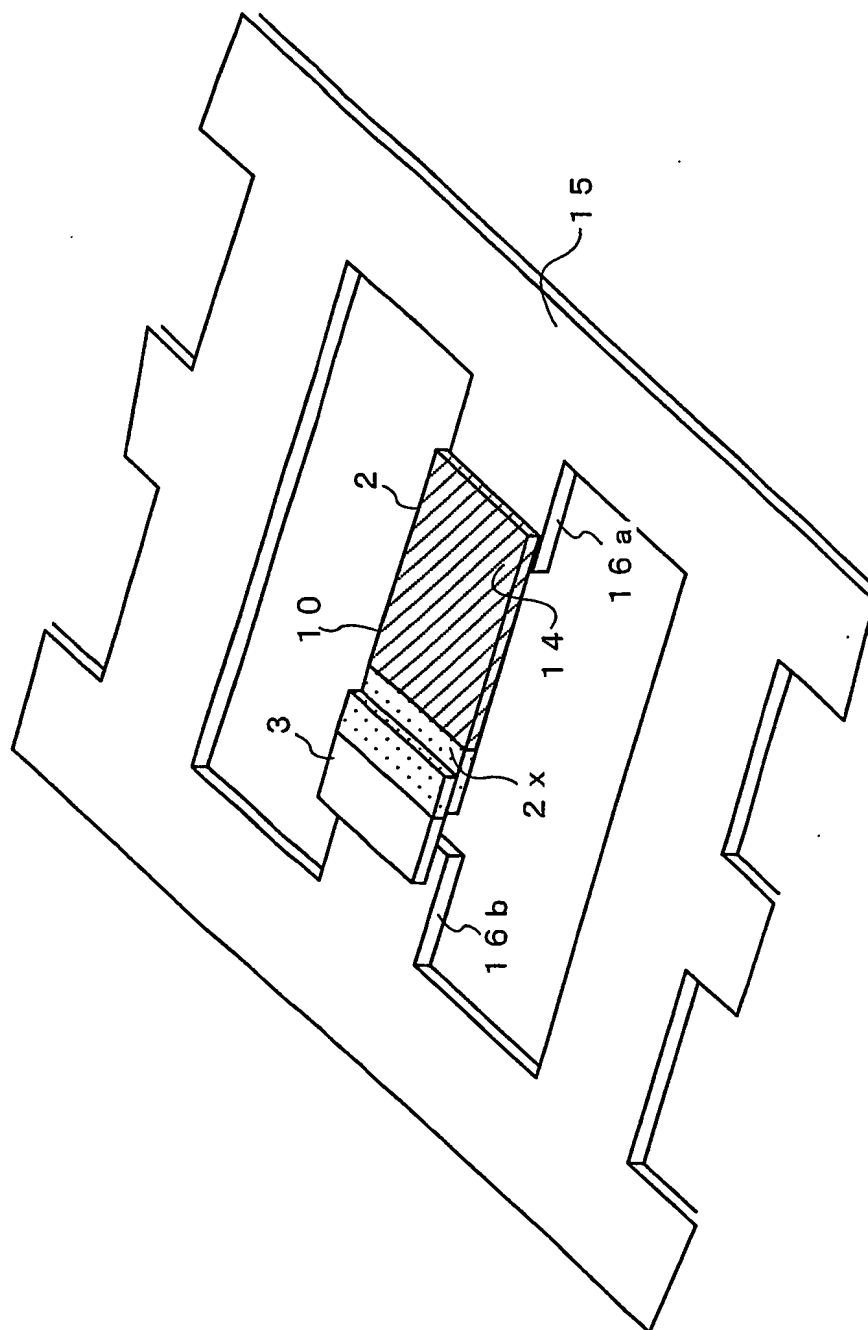


26 / 28

第 26 図



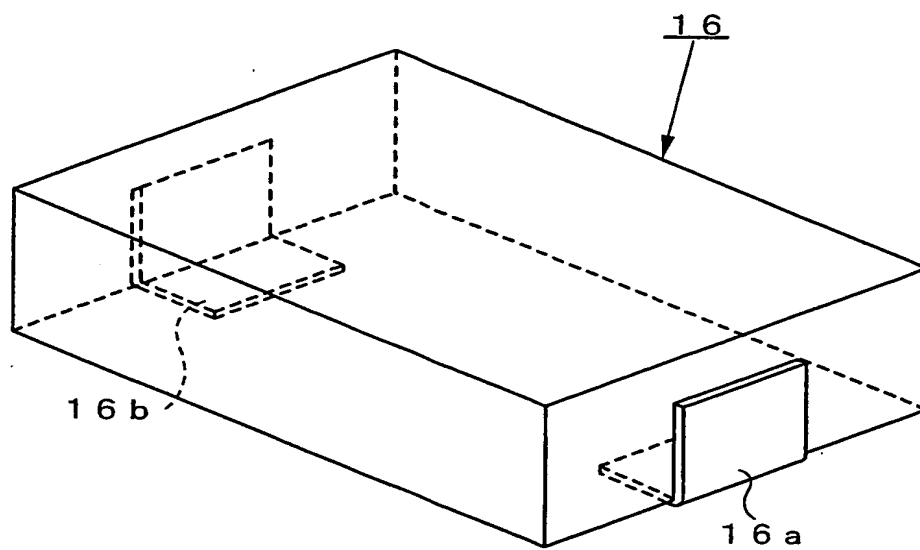
第 27 図





28 / 28

第 28 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07735

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> H01G9/012, 9/04, 9/08, 9/14  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> H01G9/012, 9/04, 9/08, 9/14  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JOIS		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 63-55448 U (NEC Corp.), 13 April, 1988 (13.04.88), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 63-40313 A (NEC Corp.), 20 February, 1988 (20.02.88), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 19 September, 2003 (19.09.03)	Date of mailing of the international search report 07 October, 2003 (07.10.03)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office  Facsimile No.	Authorized officer  Telephone No.	

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01G 9/012, 9/04, 9/08, 9/14

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01G 9/012, 9/04, 9/08, 9/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 63-55448 U (日本電気株式会社) 1988. 04. 13, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 63-40313 A (日本電気株式会社) 1988. 02. 20, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 09. 03

国際調査報告の発送日

07.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大澤 孝次

5R

7924

電話番号 03-3581-1101 内線 3565

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**